Electricitat domèstica

Crèdit variable de Tecnologia

Artur Guillamet Sabaté

© Artur Guillamet Sabaté, 1.998
87 pàgs., format: 297x210 mm
Dipòsit legal: L–88–2.000
ISBN: 84–699–2161–4

INDEX

	Pàgina nº
Pròleg.	3
Unitat 1. Corrent elèctric i mesures.	
1.1.- Introducció. L'electricitat.	5
1.2.- Generadors d'electricitat. La tensió.	5
1.3.- La resistència elèctrica.	8
1.4.- El circuit elèctric. La Intensitat.	9
1.5.- El corrent continu.	9
1.6.- La llei d'Ohm.	10
1.7.- Associació de generadors.	10
1.8.-Conductors i aïllants.	11
1.9.- El corrent altern.	12
1.10.- Mesures elèctriques.	13
1.10.1.- Mesura de tensions.	14
1.10.2.- Mesura d'Intensitats.	15
1.10.3.- Mesura de resistències.	15
1.11.- La font d'alimentació.	15
Exercicis.	16
Unitat 2. Simbologia elèctrica.	
2.1.- Introducció.	17
2.2.- Esquemes unifilar i multifilar.	17
2.3.- Taula de símbols.	17
Unitat 3. Receptors elèctrics de l'habitatge.	
3.1.- Introducció	21
3.2.- Els receptors lluminosos.	21
3.2.1.- Bombetes incandescents.	21
3.2.2.- Bombetes halògenes.	22
3.2.3.- Llums fluorescents.	23
3.3.- Escalfadors.	26
3.4.- Electromecànics.	27
Exercicis	29
Unitat 4. Circuits elèctrics elementals.	
4.1.- Introducció.	31
4.2.- Aparellatge elèctric.	31
4.3.- Interruptor.	31
4.4.- El commutador.	32
4.5.- El commutador de creuament.	32
4.6.- El polsador.	32
4.7.- La base d'endoll.	33
4.8.- Connexions en sèrie i en paral·lel de receptors elèctrics.	34
4.9.- Punt de llum amb un interruptor.	35
4.10.- Punt de llum amb dos commutadors.	35
4.11.- Punt de llum controlat des de tres o més llocs diferents.	36
4.12.- Circuit amb base d'endoll.	36
4.13.- Circuit de control del timbre.	37
Exercicis.	37

Pàgina nº

Unitat 5. Normativa elèctrica. Reglament Electrotècnic de B.T.

5.1.- Necessitat de la normalització de les instal·lacions elèctriques. 39
5.2.- Classificació dels habitatges segons el seu grau d'electrificació. 39
5.3.- Tipus de conductors a l'habitatge i colors normalitzats. 40
5.4.- Volum de protecció i volum de prohibició. 41
5.5.- Classificació dels circuits elèctrics (Llum, cuina, electrodomèstics, altres usos, etc.). 41
5.6.- Instal·lacions d'enllaç a l'habitatge. 41
5.7.- Quadre general de protecció interior de l'habitatge. 43
Exercicis. 45

Unitat 6. Distribució dels conductors per l'habitatge.

6.1.- Introducció 47
6.2.- Instal·lacions superficials. 47
6.3.- Instal·lacions encastades. 48
6.4.- Tubs de canalització de conductors. 48
6.5.- Caixes d'empalmar i caixetins. 49
6.6.- Conductors elèctrics. 49
6.7.- Càlcul de la secció dels conductors. 50
Exercicis. 52

Unitat 7. Sistemes de protecció de les instal·lacions elèctriques.

7.1.- Introducció. 55
7.2.- Sistemes de protecció per a les persones. 55
7.2.1.- L'Interruptor automàtic diferencial. 56
7.2.2.- El circuit de presa de terra (P.T.). 58
7.3.- Protecció dels circuits i receptors. 59
7.3.1.- Concepte de curt-circuit. 59
7.3.2.- Concepte de sobrecàrrega. 60
7.3.3.- El fusible. 60
7.3.4.- L'Interruptor automàtic magnetotèrmic. 62
Exercicis. 63

Unitat 8. Potencia, energia i cost de l'electricitat.

8.1.- Introducció. 65
8.2.- Energia i potencia elèctrica. 65
8.3.- Consum, cost i facturació de l'energia elèctrica. 67
Exercicis. 69

Unitat 9. Exercici de síntesi.

9.1.- Introducció. 71
9.2.- Construcció de la maqueta. 71
9.3.- Croquis de la instal·lació. 72
9.4.- Muntatge de la instal·lació. 74
Exercicis. 76

Vocabulari 77

Per al professorat

Objectius. Continguts. Metodologia didàctica. Temporització. Avaluació. Bibliografia. 81

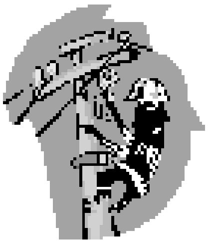
PRÒLEG

D'entre totes les tecnologies d'ús habitual per les persones, tenim l'electricitat com a una de les més properes a nosaltres en tots els assumptes quotidians, de tal manera que ens la podem trobar en qualsevol activitat que es realitzi al llarg del dia.

La relació de dependència amb aquesta tecnologia és tan forta que en la majoria dels casos no som conscients de que l'estem utilitzant, en la feina, al carrer, en les hores d'oci, etc. Realment ens adonem de la seva importància en el moment en que no disposem d'energia elèctrica, com a conseqüència d'una avaria, d'un tall de subministrament o simplement, perquè no sigui accessible en el lloc en que estem.

En aquest crèdit variable es pretén efectuar una aproximació a l'aplicació elèctrica més propera que tenim: la del nostre habitatge. Conèixer les aplicacions elèctriques que tots usem diàriament a casa nostra, ens servirà per a ser uns millors usuaris, més responsables amb la seva utilització i millors coneixedors dels riscos que pot implicar el seu ús incorrecte.

Febrer – 1.998



UNITAT 1:

CORRENT ELÈCTRIC I MESURES

1.1.- Introducció. L'electricitat.

L'electricitat és una forma de manifestació de l'energia que té l'avantatge de poder-se transportar a llargues distàncies amb unes pèrdues relativament petites, i a més, és possible emmagatzemar-la en els acumuladors i piles recarregables. Aquestes propietats, fan que sigui un dels recursos energètics més importants dels que s'utilitzen en les societats desenvolupades.

CONCEPTE D'ELECTRICITAT.

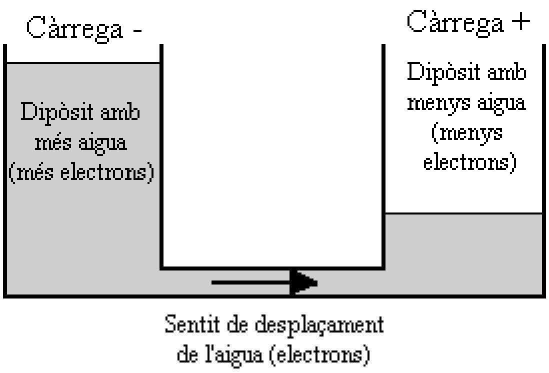
La matèria està formada per àtoms*, que consten d'un nucli (amb protons i neutrons) i uns **electrons*** que giren al voltant d'aquest nucli. El protó té càrrega elèctrica positiva i els electrons tenen càrrega elèctrica negativa. En condicions normals el nombre de protons i electrons és el mateix, per tant, les càrregues positives i negatives s'anul·len mútuament; en aquesta situació diem que el caràcter elèctric de la matèria és neutre.

Els electrons que es troben en les òrbites més allunyades del nucli són els qui poden ésser arrencats d'aquest àtom* i desplaçar-se per enmig de la matèria. Els materials metàl·lics tenen la propietat que és molt fàcil arrenca'ls-hi aquests electrons de les òrbites més allunyades. Anomenarem corrent elèctric (I) al desplaçament d'aquests electrons lliures a través de la matèria.

Quan un cos té un excés d'electrons lliures direm que ha adquirit una càrrega negativa (per que predomina el nombre d'electrons amb càrrega elèctrica -) i quan tenim un cos amb un defecte d'electrons direm que està carregat positivament (per que predomina el nombre de protons amb càrrega elèctrica +).

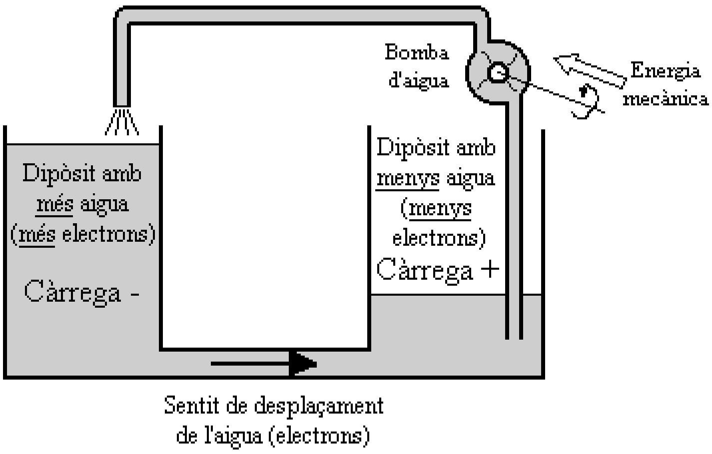
1.2.- Generadors d'electricitat. La tensió.

Per a que pugui existir un corrent elèctric entre dos extrems d'un cos, és necessari tenir un excés d'electrons en un dels extrems (càrrega elèctrica -) i un defecte d'aquests en l'altre extrem (càrrega elèctrica +). En aquestes condicions s'establirà un flux de desplaçament dels electrons entre els dos extrems fins que quedi anivellada la diferència de càrregues elèctriques. Això es pot comparar mitjançant un símil* hidràulic com el següent:

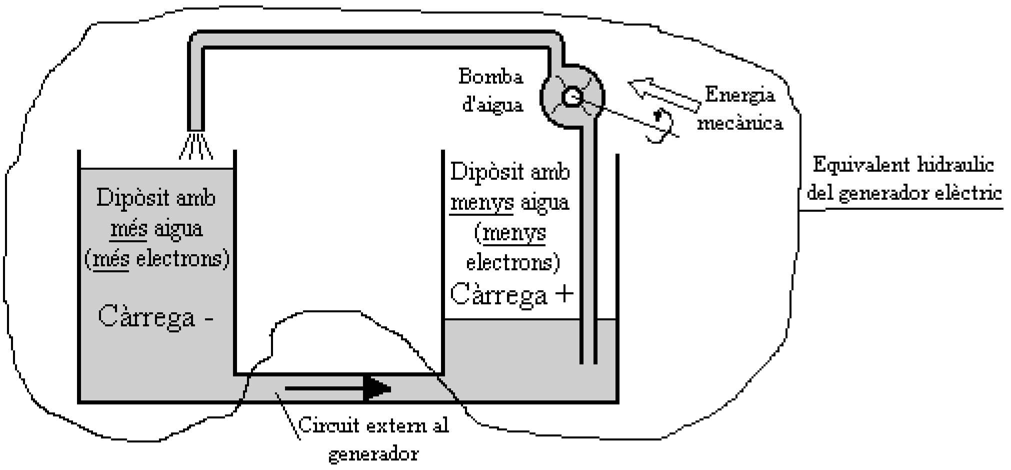


Entre aquest dos dipòsits, existeix un flux d'aigua de l'esquerra cap a la dreta a fi de poder igualar el nivell dels dos dipòsits.

Un cop els dos dipòsits s'han anivellat desapareix el corrent d'aigua (flux d'electrons*) que existia entre ells. Si volem que aquest flux es mantingui constant, serà necessari utilitzar algun mètode per mantenir el desnivell entre els dos dipòsits. En el símil del circuit hidraulic ho podrem fer utilitzant una bomba d'aigua que ens transporti l'aigua del dipòsit que en té menys al diposit que en té més. S'ha de tenir en compte que per a funcionar la bomba d'aigua és necessari aportar-li algun tipus d'energia externa per fer-la girar.



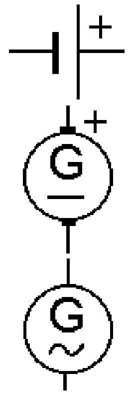
El conjunt dels dos dipòsits i la bomba d'aigua en el símil hidràulic és l'equivalent al generador elèctric que tenim en el circuit elèctric.



Per tant, deduïm que el generador elèctric té la missió de mantenir un desnivell d’electrons* entre els seus borns* positius i negatius. Per a poder fer això, és necessari l’aportació d’algun tipus energia externa. En l’equivalent hidràulic del circuit elèctric, aquesta energia externa és l’aportada per l’energia mecànica que fa girar la bomba d’aigua. En els generadors elèctrics convencionals aquesta energia s’obtindrà a partir d’energia química o bé d’energia mecànica (segons sigui un **generador electroquímic***, piles o acumuladors, o **electromecànic***, dinamos o alternadors).

La classificació general dels principals generadors elèctrics i els seus símbols són els següents:

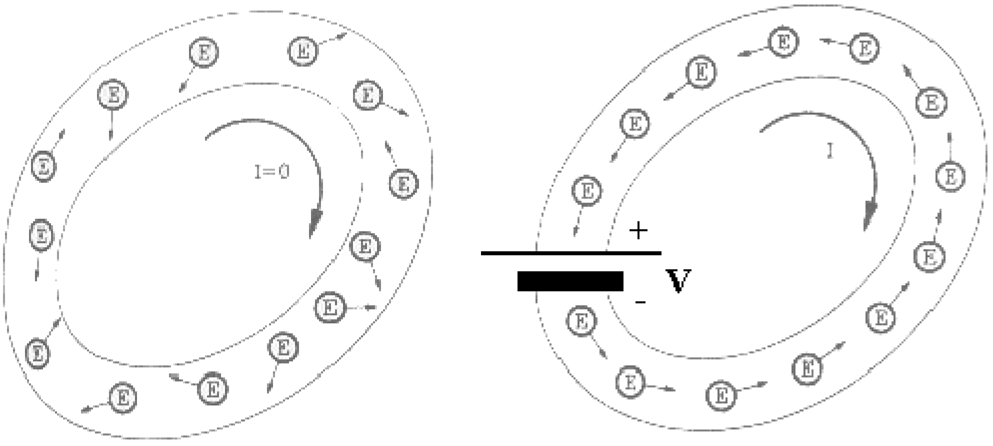
Generadors elèctrics
- De corrent continu (c.c.)
  - Electroquímic — Piles, acumuladors i bateries
  - Electromecànic — Dinamos
- De corrent altern (c.a.)
  - Electromecànic — Alternadors



El desnivell de càrregues elèctriques que produeix un generador entre els seus dos borns* de connexió el mesurem amb **Volts (V)**. El volt és la unitat de la **Tensió (V)** elèctrica i és pot mesurar amb un aparell anomenat **voltímetre**. Per tant la tensió és un dels paràmetres principals que defineixen les característiques tècniques d’un generador elèctric. Un altre paràmetre important de les característiques d’un generador és el màxim valor de corrent elèctric (I) que pot subministrar (és a dir, la màxima quantitat d’electrons que pot circular pel seu interior per unitat de temps).

En conclusió, podem dir que en l’estat natural de la matèria, els electrons alliberats de les capes superiors dels àtoms* no es desplacen de forma ordenada per l’interior d’aquesta. En canvi, quan apliquem un generador elèctric entre els seus extrems, aquest impulsa als electrons lliures a efectuar un recorregut a través de la matèria, desplaçant-se des del born* negatiu fins al born positiu del generador.

A aquest desplaçament l'anomenarem corrent elèctric (I) i és molt més evident en els materials metàl·lics (conductors) que en els no metàl·lics.

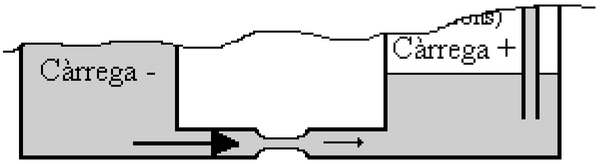


1.3.- La resistència elèctrica.

L'alliberament i desplaçament dels electrons a traves de la matèria, com a conseqüència de la impulsió que els ofereix el generador, no es realitza amb la mateixa facilitat per a tots els materials, ja que segons les característiques físiques del material poden oferir més o menys **oposició** a la circulació d'aquests electrons en el seu interior.

Aquesta oposició pot ésser tan gran com la que ofereixen els materials aïllants elèctrics (com els plàstics, fusta, etc.) o bé tan petita com la que ofereixen els materials conductors elèctrics (com el coure, alumini, etc.).

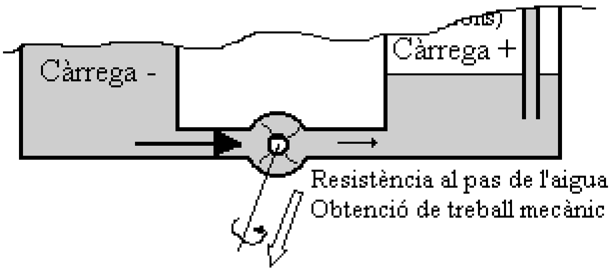
La **resistència** elèctrica (R) quantifica el valor de l'oposició que presenta un material a la circulació del corrent elèctric a través d'ell. Per entendre aquest concepte podem tornar a utilitzar el símil hidràulic que hem utilitzat en l'apartat anterior. En aquest símil, la resistència elèctrica queda simulada per una oposició (reducció del diàmetre de la canonada) a la circulació del corrent d'aigua en el conducte que uneix els dos dipòsits.



Reducció de la canonada
Resistència al pas de l'aigua

Els llocs en els que tenim una resistencia elèctrica dins del circuit elèctric, el corrent electric efectua un treball (es converteix l'energia elèctrica en energia calorífica). Per defecte, aquest treball el podrem observar en forma de calor, encara que, segons sigui l'element que s'oposa a la circulació elèctrica, aquest treball també pot esser d'un altre tipus (mecànic, lluminòs, etc.).

Per exemple, en el símil hidràulic, per representar l'obtenció d'un treball mecànic en el punt en què tenim una resistencia al pas de l'aigua, ho podem fer situant una turbina a la canonada d'unió dels dos dipòsits. En aquesta turbina obtindrem un treball mecànic mentre hi hagi circulació d'aigua i per tant la turbina presentarà una oposició (resistencia) al pas de l'aigua.



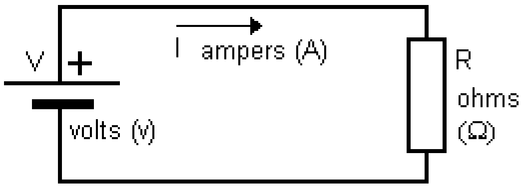
El valor de la resistència elèctrica es mesura amb **Ohms** i el seu símbol és: **Ω**. També és habitual utilitzar els múltiples de l'ohm, aquests són: el **KΩ** (x1.000) i el **MΩ** (x 1.000.000). La mesura de resistència elèctrica s'efectua amb un aparell de mesura anomenat òhmetre.

Quan es vol representar una resistencia elèctrica de forma genèrica en un circuit elèctric s'usa el següent símbol gràfic: indicant al seu costat, si s'escau, el seu valor en Ω.

1.4.- El circuit elèctric. La Intensitat.

El circuit elèctric elemental és aquell que està format com a mínim per un generador, una resistència i els conductors que interconnecten aquests dos elements. En aquest circuit tenim la tensió (V en volts) generada pel generador i la resistència (R en ohms Ω) que ofereix l'element que s'oposa a la circulació del corrent elèctric.

A través dels conductors, la resistència i el generador circulen els electrons, formant un camí tancat en sí mateix. A la quantitat d'electrons que circulen per cada unitat de temps l'anomenarem **Intensitat elèctrica** (**I**) i la mesurarem en **Ampers** (**A**). A la Intensitat elèctrica també se l'anomena **Corrent elèctric** amb els mateixos valors. L'aparell que s'utilitza per a mesurar la intensitat elèctrica s'anomena **Amperímetre**. En el següent gràfic podem veure aquest circuit mínim i els tres paràmetres que hem definit.

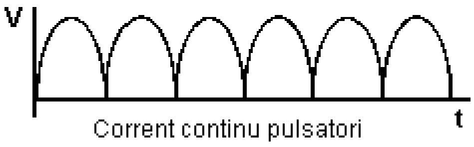


1.5.- El corrent continu.

Entendrem per **corrent continu** (**c.c.**) aquell que no canvia mai de polaritat. És a dir, els electrons sempre es desplacen en el mateix sentit dins el circuit elèctric i per tant, els dos borns* de connexió que tenim al generador sempre tenen la mateixa polaritat.

Al corrent continu el podrem subclassificar en c.c. pur i en c.c. pulsatori. El **c.c. pur** té un valor constant en el temps i el **c.c. pulsatori** va variant en el temps de forma periòdica. El c.c. pur l'obtindrem en els generadors electroquímics i el pulsatori en les dinamos.

Les representacions gràfiques dels c.c. pur i pulsatori són les següents:



1.6.- La llei d'Ohm.

La llei d'Ohm és una de les lleis fonamentals de l'electricitat i ens relaciona la tensió, la intensitat i la resistència en un circuit elèctric. Diu el següent:

> Llei d'Ohm
> En un circuit elèctric, la intensitat (I) que hi circularà serà directament proporcional a la tensió (V) i inversament proporcional a la resistència (R).
> $$I = \frac{V}{R}$$

De l'equació de la llei d'Ohm se'n dedueixen dues més que són:

$$V = R \text{ x } I \quad \text{i} \quad R = \frac{V}{I}$$

EXEMPLE D'APLICACIÓ 1: Tenim un estufa elèctrica i amb l'ohmetre hem mesurat una resistència de 100Ω. Si la connectem a un endoll on la tensió que hem mesurat val 220v, quan valdrà la intensitat que recorrerà a la resistència de l'estufa?

Solució: I = V/R = 220/100 = 2'2A

EXEMPLE D'APLICACIÓ 2: Tenim una bombeta elèctrica recorreguda per una intensitat de 2 A. Si sabem que té una resistència de 180 Ω, quan valdrà la tensió aplicada?

Solució: V = R·I = 180 x 2 = 360 v.

1.7.- Associació de generadors.

En l'apartat 1.2 s'ha indicat que uns dels principals paràmetres que defineixen a un generador són la seva Tensió i la seva Intensitat màx.

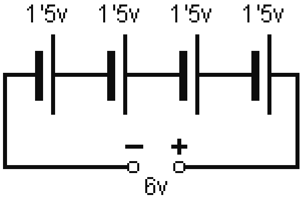
Cada generador té unes característiques determinades que en algunes ocasions no coincideixen amb els valors que necessitem per a una aplicació en concret. Per obtenir valors de tensió i intensitat diferents dels que ens indica les característiques de un generador ho podem fer associant múltiples generadors en **sèrie** i/o en **paral·lel**.

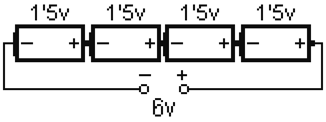
Hem de tenir en compte que per a realitzar associacions de generadors és preferible que tots ells siguin de les mateixes característiques, així evitem sobrecarregar alguns dels generadors que formen part de l'associació (Exemple, en el cas de piles, que totes elles siguin del mateix tipus).

En les següents descripcions d'associacions en sèrie i en paral·lel no es tindrà en compte l'efecte de la resistència interna dels generadors.

ASSOCIACIÓ EN SÈRIE:

L'associació en sèrie consisteix en connectar el born* positiu d'un generador amb el negatiu de l'altre i així successivament tants generadors com faci falta.

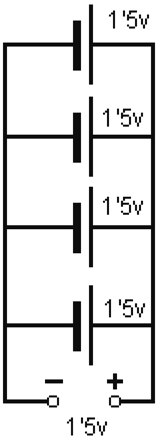


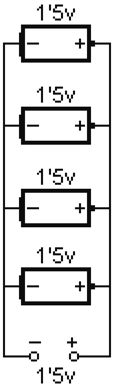


En l'associació en **sèrie** es **sumen** les **tensions** (V) individuals de cada generador per a saber la tensió total del conjunt. En canvi, **la intensitat** (I) que subministrin serà la **mateixa** per a tots els generadors.

ASSOCIACIÓ EN PARAL·LEL:

L'associació en paral·lel de generadors consisteix en connectar tots els borns* positius de tots els generadors, per a obtenir el born positiu global del conjunt i tots els borns negatius per a obtenir, també, el born negatiu global.





En l'associació **en paral·lel** de generadors d'igual valor, tenim que la **tensió** global del conjunt és **la mateixa** que es té individualement per a cadascun d'ells. En canvi, **la intensitat** que pot subministrar tot el conjunt és **la suma** de totes les intensitats individuals de cada generador.

1.8.-Conductors i aïllants.

En els circuits elèctrics, tenim, a més dels elements descrits en els apartats anteriors, els conductors i els aïllants.

CONDUCTORS.

Els conductors són aquells materials que ofereixen una oposició molt petita al pas del corrent elèctric. És a dir, els electrons es poden desplaçar fàcilment pel seu interior sense trobar gaire resistència i, per tant, la seva resistència és molt baixa.

Per aquest motiu, els materials conductors són utilitzats per a efectuar les connexions entre els diferents borns* dels components del circuit; per això els trobem generalment en forma de cable elèctric, encara que també es pot trobar materials conductors en els borns i elements de connexió del circuit.

El material conductor més habitual en les instal·lacions elèctriques d'habitatges és el coure, i per a instal·lacions exteriors l'alumini, encara que també se sol usar d'altres tipus de materials metàl·lics conductors per a d'altres aplicacions específiques.

AÏLLANTS.

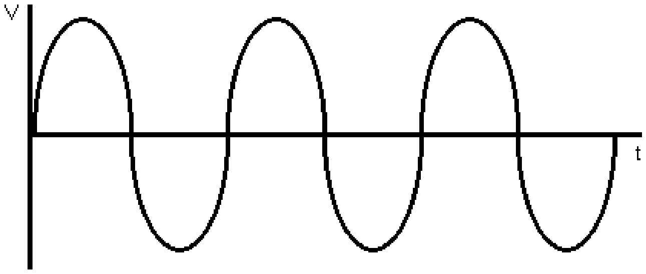
Els materials aïllants són aquells que ofereixen una gran oposició al pas del corrent elèctric, per tant la seva resistència és molt elevada. Aquesta propietat els fa molt útils en els circuits elèctrics per a evitar que es pugui tenir contacte amb els materials conductors que estan a tensions que poden ser perilloses i per a separar diferents conductors que no han d'estar en contacte entre si.

Així, doncs, són utilitzats per a aïllar els cables elèctrics i d'altres elements conductors que formen part del circuit elèctric. Entre els aïllants més importats usats en electricitat tenim els plàstics, i entre el grup dels plàstics destaquen el PVC*, que sol ser un plàstic flexible, i la baquelita*, que és un plàstic dur.

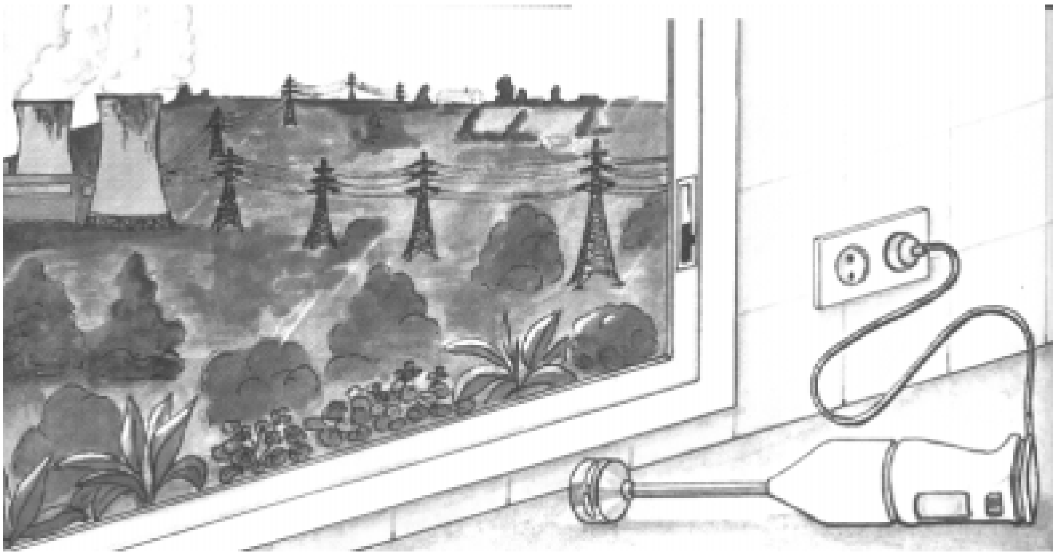
1.9.- El corrent altern.

A l'apartat 1.5, s'han indicat les característiques del corrent continu, aquest el podem obtenir dels generadors electroquímics (piles i bateries) i de les dinamos.

De fet, en les aplicacions elèctriques que trobem als habitatges no s'utilitza el corrent continu de les piles, el motiu és obvi, no donaríem a l'abast de canviar piles!!!. En canvi si que s'utilitza l'electricitat que ens subministra la **xarxa elèctrica urbana**, i aquesta no és de corrent continu sinó de **corrent altern (c.a.)**. El corrent altern es diferencia del corrent continu per que **canvia constantment de polaritat**. És a dir, durant un temps un born* és positiu i l'altre negatiu i al temps immediatament següent s'inverteixen les polaritats. A més a més, el valor de la tensió va variant constantment en el temps. La forma que té la representació de la tensió en funció del temps en un diagrama cartesià serà la següent:

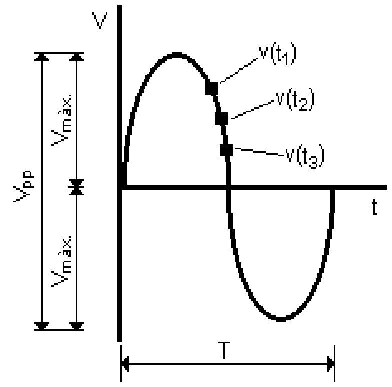


En tots els habitatges i les indústries s'utilitza l'electricitat disponible de la xarxa elèctrica urbana que és sempre de c.a. Aquesta es genera en les centrals elèctriques, que poden ésser **tèrmiques**, **hidràuliques** o **nuclears**, en aquestes centrals es genera la suficient energia elèctrica a fi d'abastar tota la demanda dels usuaris. L'energia produïda és transportada fins els pobles i ciutats utilitzant les línies elèctriques d' Alta Tensió* (A.T.) o bé Baixa Tensió* (B.T.), que podem veure en el camp o bé pels carrers de les poblacions, respectivament.



El motiu per que s'utilitza el c.a. en les xarxes industrials és per que permet una major facilitat de transport al poder-se elevar o reduir a voluntat, utilitzant els transformadors*.

A la forma d' ona que descriu el corrent altern se li diu senoide; aquesta forma d'ona té unes característiques que la defineixen com són:



- La Vmàx. És la tensió (V) màx. a la qual arriba.
- La Vpp. És la tensió (V) de pic a pic
- v(t). És la representació del valor instantani.
- La Vef. És el que s'anomena tensió eficaç (V) i és el valor més utilitzat per a referir-nos a qualsevol tensió alterna.
- El T. És el període, ens indica el temps que es tarda (en seg.) en reproduir-se una senoide.
- La f. És la freqüència, ens indica el nº de senoides que es reprodueixen en un seg. (en Hz. o c/s o per./s)

En la xarxa elèctrica que es troba als habitatges, aquests valors indicats solen ésser els següents: Principals: Vef=220v., f=50Hz. D'altres: Vmàx.=311 v. Vpp=622 v. T=20 mseg.

D'altres tensions alternes utilitzades en consums domèstics i/o industrials poden ser: Vef.=125v (tensió obsoleta, que sols existeix en instal·lacions molt antigues) i Vef.=380v (tensió que sol utilitzar-se en les línies trifàsiques* d'ús industrial).

El concepte de valor eficaç (Vef.) del corrent altern és el que més se sol utilitzar, ja que és el valor que col·loquialment s'associa al c.a. de l'habitatge. De fet, **el valor eficaç d'un c.a. és el valor d'un altre c.c. que realitzaria el mateix treball que el c.a. que volem definir.**

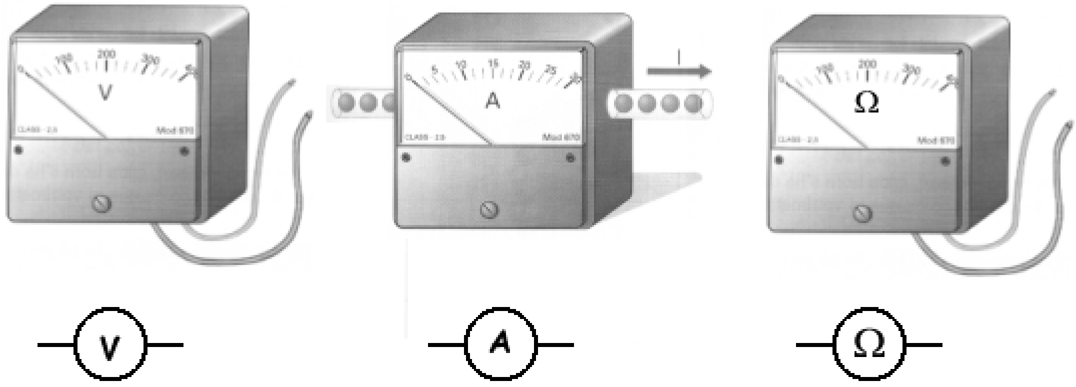
Encara que utilitzem c.a., si aquest el definim segons el seu valor eficaç (que és el més habitual), podrem utilitzar i aplicar sobre aquesta tensió els mateixos conceptes de la Llei d'Ohm, igual que si ho féssim amb valors de c.c.

Pel que fa referència a la intensitat, aquesta també és alterna, és a dir, es representa segons una forma senoidal que la defineix. En ella també tenim els mateixos valors que hem definit per a la tensió.

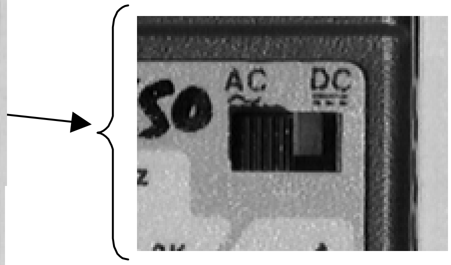
Així doncs, utilitzant els valors eficaços corresponents a la tensió i intensitat en c.a. podem utilitzar la llei d'Ohm igual com ho fem en c.c. sempre que la càrrega sigui resistiva.

1.10.- Mesures elèctriques.

En un circuit elèctric podrem trobar tres paràmetres físics que ens definiran el seu funcionament: La tensió (V), la Intensitat (I) i la Resistència (R). Per a mesurar cadascun d'ells s'usen els següents aparells de mesura: el **voltímetre** per a mesurar la tensió, l'**amperimetre** per a mesurar la intensitat i l'**ohmetre** per a mesurar la resistència.

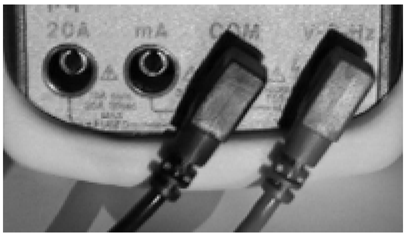


Habitualment s’utilitza un únic aparell elèctric que serveix per a mesurar els paràmetres indicats anteriorment i d’altres; aquest s’anomena **polímetre** (també se’l coneix amb el nom de multímetre o tester). Segons es col·loqui el commutador i es connectin els cables, el multímetre efectuarà una mesura o bé una altra. Una de les coses que s’ha de tenir sempre en compte és si mesurem valors de c.c. o bé de c.a.; si mesurem valors de c.c. hem de posar el commutador a c.c. (DC), si mesurem amb c.a. posarem el commutador a c.a. (AC).



1.10.1.- Mesura de tensions.

Per a mesurar les tensions situarem el commutador entre qualsevol valor corresponent a la V i connectarem els cables entre COM i VΩHz. Si veiem que el display marca OL. vol dir que mesurem un valor superior al fons d’escala* que hem elegit, llavors haurem d’ augmentar aquest fons d’escala*. **La mesura de tensions sempre es fa connectant el polímetre en paral·lel amb la tensió a mesurar.**

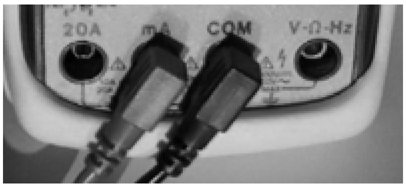


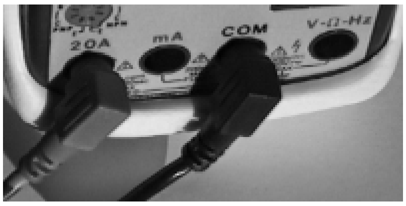
1.10.2.- Mesura d' Intensitats.

La mesura de intensitats en els circuits elèctrics es farà connectant els dos cables del polímetre en els borns COM i mA (per mesures fins 200 mA) o en els borns COM i 20A en cas de mesurar intensitats grans (per mesures fins 20 A). En el primer cas, el commutador s'ha de situar en qualsevol posició d'entre les que corresponen a les escales de intensitats, en el segon cas, s'haurà de situar en la posició que indica 20A.

En aquesta situació, el polímetre farà la funció d'un amperímetre i **els dos borns s'han de connectar sempre en sèrie amb el circuit o element del qual desitgem mesurar la intensitat**. Si no es fes així, és gairebé segur que el polímetre s'espatllarà.

Si a l'efectuar la mesura, el display indica el valor OL vol dir que estem mesurant un valor superior que el fons d'escala* que hem elegit, per a solucionar-ho, hem d'augmentar el valor del fons d'escala en el commutador.





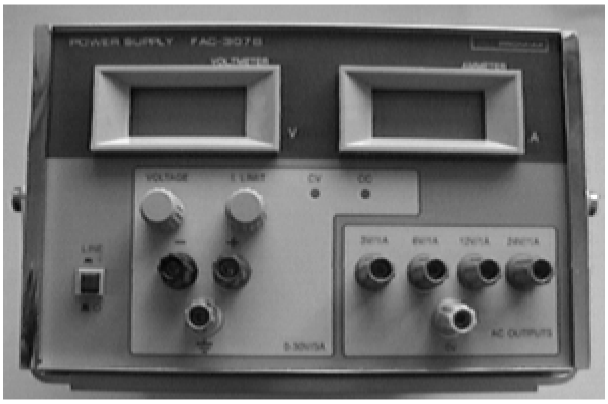
1.10.3.- Mesura de resistències.

Per a mesurar les resistències elèctriques és necessita un ohmetre. El polímetre és comporta com un ohmetre quan el seu commutador es troba situat entre qualsevol valor corresponent als Ω i els cables estan connectats entre els borns COM i VΩHz. Si a l'efectuar la mesura observem que el display marca OL, vol dir que mesurem un valor superior al fons d'escala* que hem elegit, en aquesta situació, s'ha de cambiar el commutador a un valor de fons d'escala superior al que es té seleccionat.

La mesura de resistències sempre es fa connectant el polímetre (ohmetre) en paral·lel amb l'element a mesurar i aquest element ha d'estar sempre desconnectat de qualsevol tipus de circuit elèctric, ja que si volguéssim mesurar una resistència en un element que estigui amb tensió el polimetre es destruiria.

1.11.- La font d'alimentació.

La font d'alimentació és un aparell que ens servirà per a subministrar tensions en c.c. i en c.a. de valors diferents als que es poden trobar en els endolls. Consta de dos parts clarament diferenciades: la part de c.c. i la part de c.a.



Part de c.c.:

La part de c.c. podrà servir per a substituir a les piles que fan la funció de generador. A més, aquest valor de c.c. el podrem variar a voluntat entre uns amplis marges ajustant d'aquesta forma la tensió que ens interessa amb precisió.

Disposem d'un control que servirà per a variar la tensió entre uns

valors entre 0 i 30 v, i també tindrem un control per a ajustar la màxima intensitat permesa. En condicions normals el control d'intensitat el tindrem ajustat al màxim possible (5 A). Per a aquesta part de c.c. també disposarem de un voltímetre digital* que ens indicarà la tensió disponible i d'un amperímetre digital que indicarà la intensitat.

La font d'alimentació és curt-circuitable, és a dir, si es produeix un curt-circuit o sobrecàrrega no es destrueix, simplement deixa de subministrar la tensió, i aquesta no es restablirà fins que no hagi desaparegut el curt-circuit. El born* verd, situat sota el vermell i el negre de la part de c.c. serveix per a tenir una connexió a la massa* de la font d'alimentació. Els borns que subministren la tensió de c.c. són el vermell per al + i el negre per al -.

Part de c.a.:

Aquesta part és la que es troba en la part dreta de la font i està formada per cinc borns de connexió. Un d'ells és el comú (color blau), els altres quatre (color verd), subministren tensions fixes de c.a. amb valors de 3, 6, 12 i 24 v. Aquesta part de c.a. no disposa de voltímetre, ni amperímetre i no és curt-circuitable.

Exercicis:

1.- Indica el tipus de corrent elèctric que generen els següents generadors elèctrics: a)pila electroquimica, b)alternador, c)dinamo.

2.- Disposem de quatre piles de 1'5v i 0'25A. Determina quan valdrà la tensió i la intensitat totals si les associem a) en sèrie, b) en paral·lel.

3.- Explica el concepte de valor eficaç associat a una tensió alterna.

4.- En la xarxa elèctrica habitual dels habitatges, determina quan valen els valors que s'indiquen a continuació:

Vmàx.=? Vpp=? Vef.=? f =? T=?

5.- Volem mesurar amb un polímetre la tensió que hi ha

1) en un endoll d'un habitatge
2) en borns d'una pila de petaca

Observant els commutadors que hi ha en els apartats 1.10 i 1.10.1, raona la posició que hauran de tenir en cadascun dels dos casos indicats.

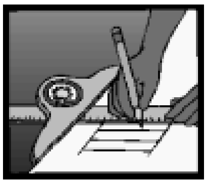
6.- En un quadre com el següent, relaciona els conceptes indicats:

Paràmetre	**Símbol del paràmetre**	**Unitat**	**Símbol de la unitat**
Tensió →	→ V	→ Volts →	→ V
Freqüència	f	Volts	Ω
Intensitat	V	Ohms	Hz
Resistència	I	Ampers	s
Període	R	Segons	V

Nota: les fletxes del primer rang surten del lloc on són impreses a la pàgina: Tensió → V, V → Volts, Volts → V.

7.- En un endoll de 220 v. hi ha connectat un aparell elèctric que absorbeix una intensitat de 3'4 A. Determina quan val la resistència d'aquest aparell.

8.- Tenim una bombeta de 100 Ω connectada a una tensió de 60 v. Calcula quan val la intensitat que circularà per la bombeta.



UNITAT 2:

SIMBOLOGIA ELÈCTRICA

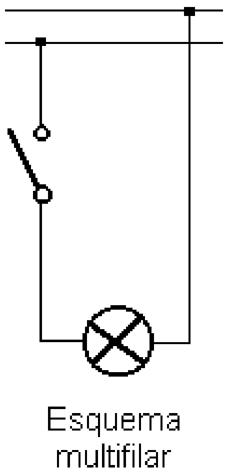
2.1.-Introducció

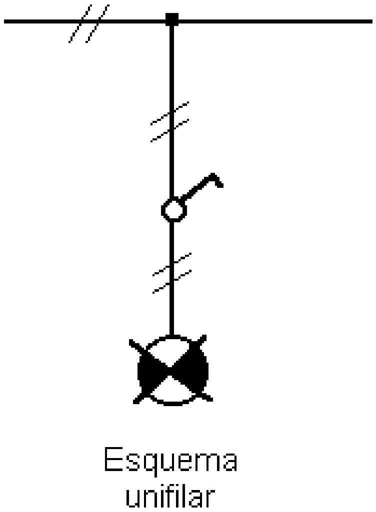
En les aplicacions tecnològiques és molt important la representació gràfica dels elements, ja que són els que permeten transmetre les idees que difícilment és podrien expressar en un text escrit. És per això molt important que els símbols estiguin normalitzats perquè tothom els pugui entendre.

2.2.- Esquemes unifilar i multifilar

Els circuits elèctrics a representar poden ésser molt petits i senzills o grans i complexes. En algunes ocasions (principalment en la representació de circuits elèctrics en arquitectura) s'han de representar circuits que són prou ben coneguts entre els professionals del ram i consten d'una quantitat excessiva de conductors. En aquest cas se sol simplificar la seva representació utilitzant els **esquemes unifilars.** En aquests, és representa una sola línia i a sobre d'ella petites línies que representen el nombre de conductors que per allí passen. Els esquemes unifilars són molt utilitzats en la representació dels circuits elèctrics domèstics.

En cas contrari, quan el circuit no és excessivament complex quant a conductors, o bé el circuit no és prou conegut pels professionals del ram, se sol utilitzar l'**esquema multifilar**. En les següents figures podem veure la representació dels esquemes unifilar i multifilar d'un mateix circuit elèctric.

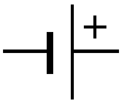
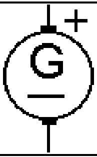
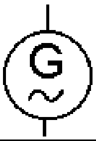
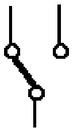
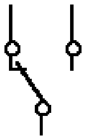
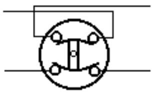
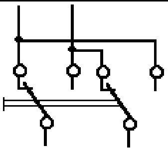
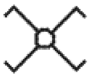
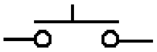
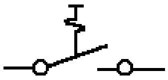
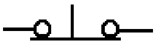
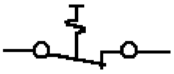
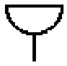
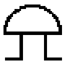
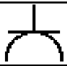
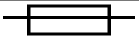


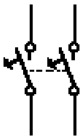
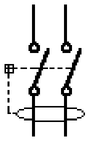
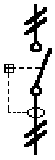
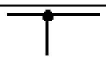
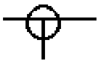


2.3.- Taula de símbols

A continuació hi ha la relació dels principals símbols elèctrics. Alguns d'ells s'han representat mitjançant varis símbols. El motiu és que se solen utilitzar els uns o bé els altres segons sigui la normativa usada. Les principals normatives són la norma **UNE**

(Una Norma Espanyola) i la norma de més ús internacional **DIN**. També tenim, per a alguns símbols determinats, el seu corresponent en els esquemes unifilars.

Nom	Simbologia UNE	Simbologia internacional	Símbol unifilar
Generador electroquímic			
Generador electromecànic (dinamo)			
Generador electromecànic (alternador)			
Interruptor			
Commutador			
Commutador de creuament			
Polsador NO			
Polsador NT			
Bombeta d'incandescència			
Punt de llum			
Llum fluorescent			
Brunzidor			
Timbre			
Base d'endoll amb conductor de protecció			
Born de connexió			
Fusible			

Interruptor automàtic magnetotèrmic bipolar*			
Interruptor automàtic diferencial bipolar*			
Conductor			
Empalme			
Caixa de connexions			
Pressa de terra			
Massa			

UNITAT 3:

RECEPTORS ELÈCTRICS DE L'HABITATGE

3.1.-Introducció

Considerem com a receptor elèctric aquell aparell que converteix l'energia elèctrica provinent del circuit elèctric en una altra energia de qualsevol altre tipus que ens és útil per a les persones. Aquesta energia útil serà, per exemple, la llum, la calor, el moviment mecànic, etc. Tenint en compte aquesta definició tindrem que les bombetes, fluorescents, timbres, brunzidors, estufes, motors elèctrics, etc. seran receptors elèctrics i tots ells els podrem trobar als habitatges.

Generalment, els receptors elèctrics de l'habitatge els podem agrupar i classificar en els següents tipus: **Lluminosos** (transformen l'energia elèctrica en lluminosa), **escalfadors** (transformen l'energia elèctrica en calor) i **electromecànics** (transformen l'energia elèctrica en moviment mecànic).

> S'ha de tenir en compte que els receptors també transformen energia elèctrica a altres tipus d'energia no desitjada. Són les pèrdues, i aquestes disminueixen el rendiment del receptor. Per exemple, en una bombeta l'objectiu és fer llum, en canvi observem que de l'energia elèctrica absorbida una part és converteix en llum (desitjable) i una altra part en calor (no desitjable, pèrdues).

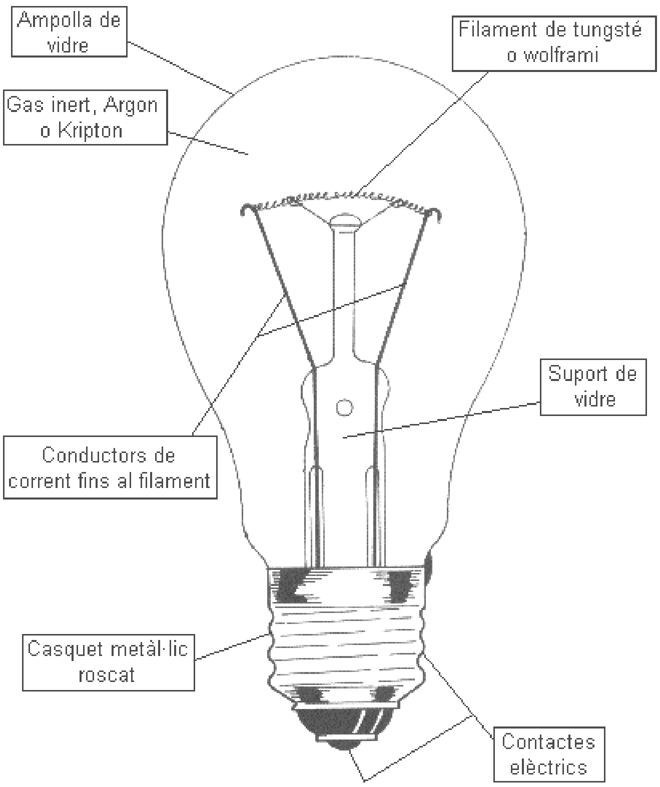
Per exemple, els receptors lluminosos poden ésser les bombetes d'incandescència*, les bombetes halògenes* i els tubs fluorescents. Entre els escalfadors podem destacar l'estufa elèctrica, el forn elèctric, la cuina elèctrica, etc. Els electromecànics poden ésser el motor de l'extractor de fums, el motor del compressor de la nevera, el brunzidor o el timbre de la porta i la majoria dels electrodomèstics manuals.

3.2.- Els receptors lluminosos.

En l'habitatge en trobem de tres tipus: Incandescents, halògens i fluorescents. La seva funció és convertir l'energia elèctrica en energia lluminosa.

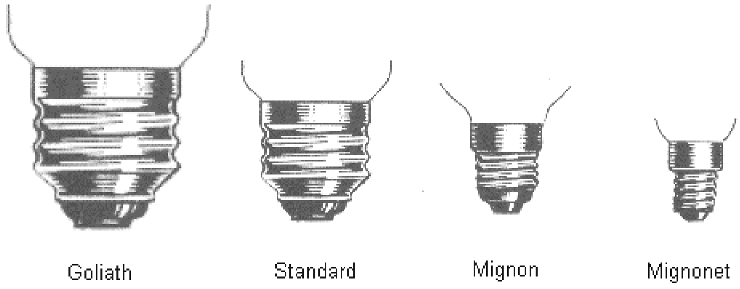
3.2.1.- Bombetes incandescents:

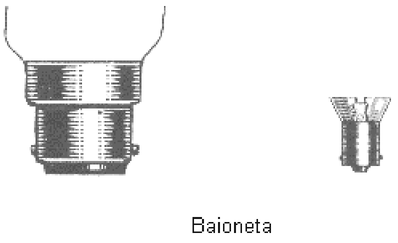
Les bombetes incandescents consten de les parts indicades a la figura, i basen el seu funcionament en el fet que, quan un material està incandescent*, emet raigs lluminosos.



A la bombeta tenim el filament constituït per tungsté* o wolframi*, que s'escalfa a una temperatura molt alta (≈2700ºC). Aquest material no es fon a aquesta temperatura ja que té una temperatura de fusió més alta i tampoc és crema perquè fa falta l'aire necessari per a la combustió, en l'interior de l'ampolla de vidre no hi ha aire i aquest s'ha substituït per un gas inert*. Les connexions elèctriques entre els dos terminals* del filament i els dos conductors elèctrics que transporten el corrent fins la bombeta es realitzen mitjançant la pròpia subjecció de la bombeta (la rosca i l'extrem inferior són els dos contactes).

Les bombetes d'incandescència* es poden classificar segons el tipus de connexió-suport; així tenim les bombetes amb casquet estàndard, mignon, mignonet, baioneta, goliat, etc.



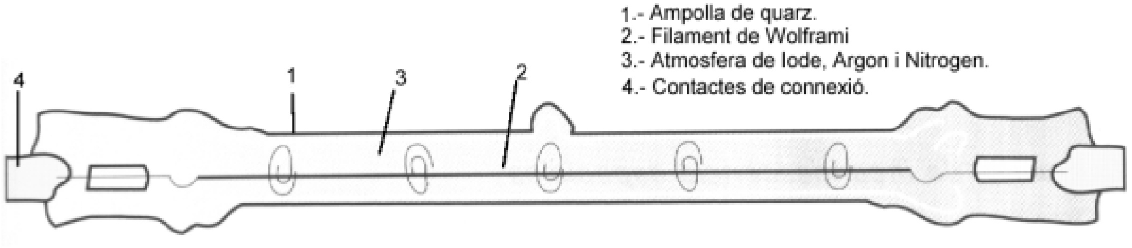


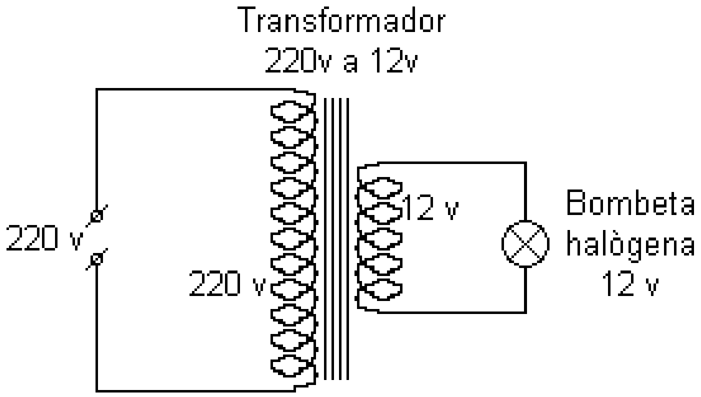
3.2.2.- Bombetes halògenes:

Les bombetes halògenes utilitzades per il·luminar l'habitatge són igual que les d'incandescència però s'hi ha afegit un element halogen* com ara el iode*. El iode realitza la funció d'evitar la descomposició del filament per l'emissió de partícules de wolframi, d'aquesta forma és pot fer treballar al filament a una temperatura més elevada i per tant la lluminositat que s'obté és més blanca. Amb això s'aconsegueix:

- Perllongar la vida útil de la bombeta.
- Unes dimensions més petites per a igual o més potència
- Una eficàcia lluminosa superior a la de les bombetes d'incandescència convencionals.

En la figura següent podem veure una bombeta halògena:





Algunes d'aquestes bombetes treballen a 12 v, per això porten un transformador* reductor de tensió. El circuit de connexionat, amb el transformador reductor de tensió, és el que veiem en l'esquema del costat.

3.2.3.- Llums fluorescents:

Els tipus d'elements lluminosos vistos anteriorment tenen l'inconvenient que generen molta calor, això fa que el seu rendiment sigui molt baix, és a dir, per la llum que fan, absorbeixen molta electricitat. Un altre tipus d'element per a fer llum són els tubs fluorescents.

Aquest es basen en les propietats fluorescents que tenen uns pols determinats anomenats fluorescents, és a dir que quan sobre aquests pols (situats sobre la cara interior del vidre del tub) incideix una radiació ultraviolada (no visible per a les persones), emeten llum visible. La radiació ultraviolada s'aconsegueix fent xocar electrons amb els àtoms* de mercuri vaporitzat que es troba dins del tub.

Per a que un tub fluorescent funcioni és necessari un circuit una mica més complex que els vistos anteriorment. En aquest cas fan falta uns elements auxiliars per a l'encesa del tub i per a limitar el corrent: són el que s'anomena cebador i reactància.

CONSTITUCIÓ I FUNCIONAMENT DE L'EQUIP FLUORESCENT.

Com ja s'ha dit, l'equip fluorescent necessita d'uns components addicionals per a poder funcionar i engegar-se, que són els següents:

- Tub fluorescent, de diferents potencies i diferents longituds.
- Reactància, amb una potencia d'acord amb la que tingui el tub.
- Cebador.

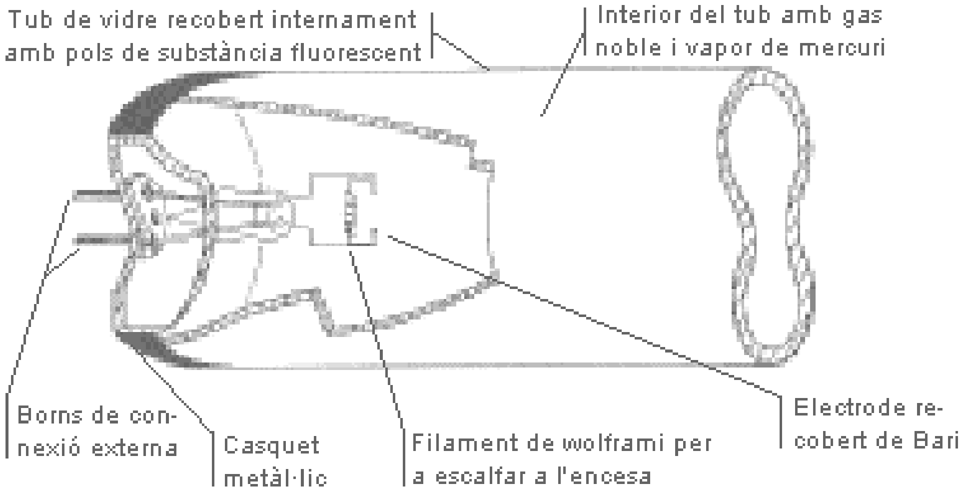
Tub fluorescent: El tub fluorescent consta d'un tub de vidre amb dos casquets als extrems, en els que hi ha un filament a cadascun. Aquests filaments serveixen per a escalfar el tub durant l'engegada i com a elèctrodes entre els quals hi salta l'arc elèctric*, quan està en funcionament.

També trobem en el seu interior el mercuri, que està en estat líquid quan aquest està apagat i en estat vapor quan s'escalfa el tub amb els filaments i durant el seu funcionament.

En contacte amb la cara interior del vidre s'hi troba el pols fluorescent*. Al circular el corrent a través del tub (entre els dos elèctrodes dels extrems), els electrons xoquen contra els àtoms* de mercuri vaporitzat. En cada col·lisió es desprèn energia en forma de raigs ultraviolats, aquests raigs no són visibles per l'ull de les persones, però en quan incideixen sobre el pols fluorescent que hi ha dins la cara interior del tub, aquests pols emeten una radiació lluminosa que és visible per les persones.

En les següents figures podem veure el símbol del tub fluorescent, el suport portatubs i els components interns del tub.

Suport portatubs

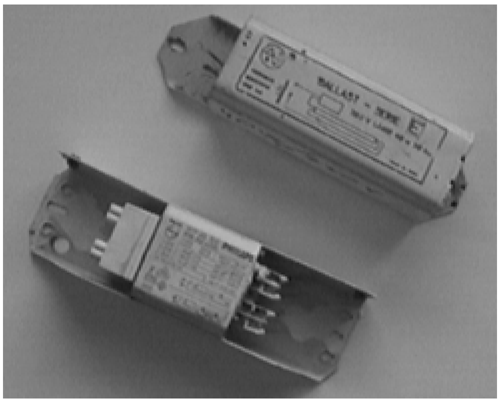


Parts del tub fluorescent

<u>Reactància:</u> La reactància és una bobina* que te dues missions:

- 1ª -en el moment en que el cebador és desconnecta, ha de crear una sobretensió*, en els dos extrems del tub fluorescent, que provoca que salti l'arc elèctric* entre els dos elèctrodes del tub i el tub quedi cebat i per tant il·luminant.
- 2ª -limitar el corrent pel circuit quan el tub ja està en funcionament perquè el tub no limita pas el corrent.

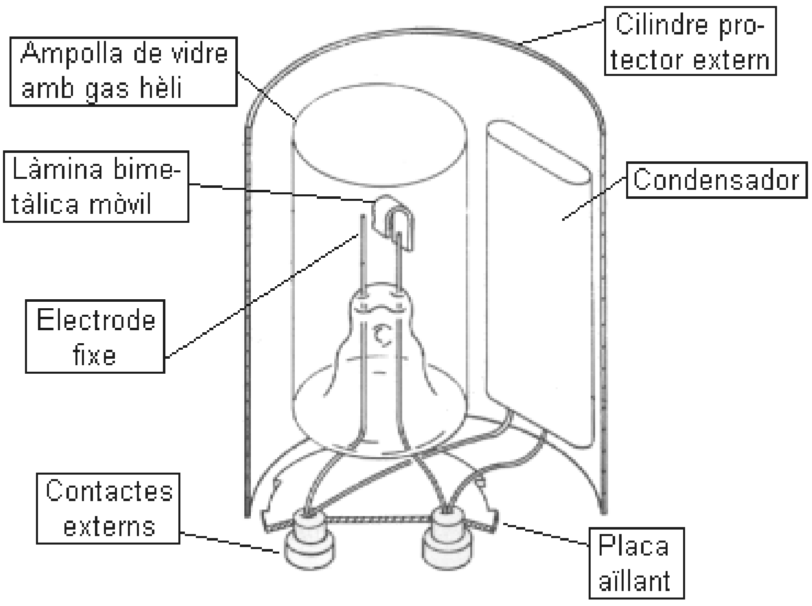
Les figures següents mostren la forma externa i el símbol corresponent a la reactància.



<u>Cebadors:</u> Realitzen dues funcions en el moment de engegar el tub.

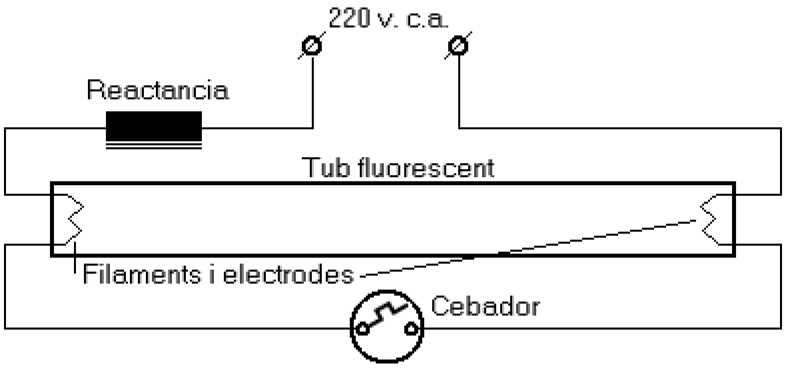
- la 1ª és la de permetre la circulació de corrent entre el circuit reactància-filament-cebador-filament, de tal manera que els filaments s'escalfen (i és tornen vermells), la temperatura elevada que originen vaporitza el mercuri que hi ha al seu entorn.
- la 2ª, com que el cebador és un contacte tèrmic, en escalfar-se al cap d'una estona, aquest és dilata i desconnecta el circuit indicat en la funció 1ª de tal manera que provoca un tall brusc de corrent que provoca que la bobina* creï una sobretensió que ha de ésser capaç de engegar el tub.

En les figures següents veiem la forma externa del cebador, la seva constitució i el símbol habitual en la seva representació.



Parts del cebador

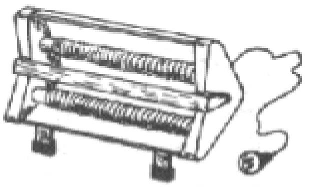
Tots aquest components s'interconnecten entre si de la forma en que s'indica a continuació:



El circuit representat en la figura anterior, es pot trobar tot ell en conjunt i degudament interconnectat a les botigues de material elèctric, o bé es pot muntar amb els diferents elements que el composen connectant-los entre sí de la manera que s'indica a l'esquema. Tot el conjunt consta únicament de dos terminals* de connexió, per tant, el podem utilitzar en els mateixos llocs en que tenim una bombeta, simplement és qüestió de substituir la bombeta i en el mateix lloc connectar-hi els dos terminals del circuit del fluorescent. Per tant, aquest circuit pot substituir a les bombetes que hi ha representades en els circuits de control que s'estudien en la unitat 4.

3.3.-Escalfadors:

Considerem escalfadors a tots aquells receptors que tenen com a funció convertir la energia elèctrica en energia calorífica. Els més clàssics són l'estufa elèctrica i el forn elèctric. N'hi ha d'altres que es troben incorporats dins d'un altre electrodomèstic més complex, com per exemple l'escalfador que hi ha dins d'una rentadora o bé dins d'un rentavaixelles.



Tots ells es basen en el principi de l'efecte Joule.

Aquest principi ens indica que quan un element resistiu és creuat per un corrent elèctric, desprèn una quantitat de calor que val:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \cdot 0'24 \text{ calories}$$

L'element resistiu, (anomenat de forma convencional "resistència") desprèn una quantitat de calor que depèn principalment del quadrat de la intensitat que travessa la pròpia resistència. Aquest és l'element que, en les estufes elèctriques, veiem com es posa vermell incandescent.

EXEMPLE 1: Quan valdrà el calor generat per la resistència d'una estufa elèctrica per la que hi circula una intensitat de 9'1 A durant ½ hora si la seva resistència val 24'2Ω?

Solució: ½ hora = 1.800 seg.

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t \cdot 0'24 = 24'2 \cdot 9'1^2 \cdot 1800 \cdot 0'24 = 865.728'8 \text{ calories}$$

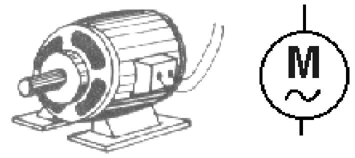
En els elements escalfadors es compleix sempre la llei d'Ohm.

3.4.-Electromècanics:

Considerem com a receptors elèctrics electromecànics aquells que transformen l'energia elèctrica en algun tipus de moviment mecànic.

Electromagnetisme:

La majoria dels receptors electromecànics es basen en l'aplicació dels conceptes d'electromagnetisme. Així doncs, quan tenim una bobina* que és recorreguda per una intensitat elèctrica, aquesta genera un camp magnètic que realitzarà accions d'atracció i repulsió magnètica amb d'altres materials ferromagnètics*.



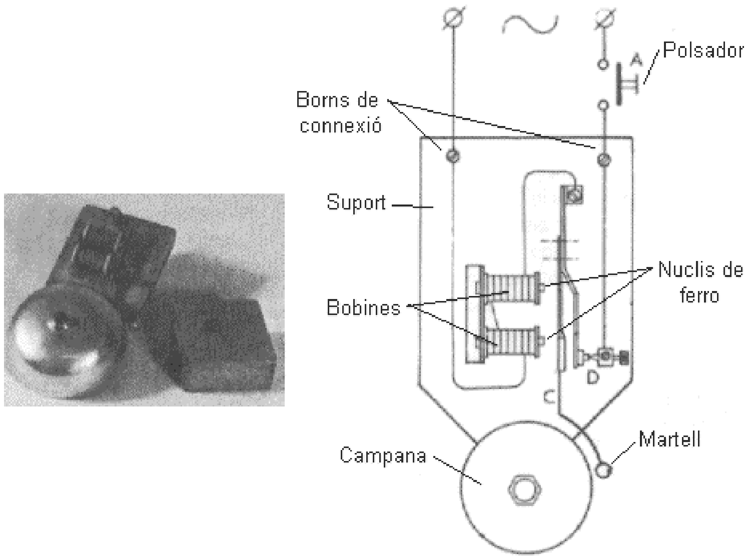
Símbol del motor de c.a. monofàsic.

El receptor més característic d'aquest grup és el motor elèctric, del qual poden existir moltes variants diferents. Els principals tipus són els de corrent continu i els de corrent altern. En l'habitatge no se sol utilitzar el de corrent continu per que aquest corrent no es disposa fàcilment.

Els motors de corrent altern es poden classificar en dos grups principals: els trifàsics i els monofàsics; els trifàsics* tampoc se solen utilitzar en els habitatges per que normalment no es disposa de tensions trifàsiques, en canvi el monofàsic és el motor d'ús habitual en els habitatges per que es pot alimentar directament de la tensió disponible a 220v. El motor monofàsic el trobem a la rentadora, al rentavaixelles, a l'extractor de fums i pràcticament a tots els petits electrodomèstics manuals amb moviment mecànic (els petits electrodomèstics també solen utilitzar un altre tipus de motor anomenat 'motor universal').

Classificació dels motors elèctrics
- Corrent continu → Usats en petites joguines amb piles, vehicles i aplicacions especialitzades.
- Corrent altern
  - Monofàsics → Ús habitual en electrodomèstics de l'habitatge i màquines-eina portàtils.
  - Trifàsics → Ús habitual en aplicacions industrials.

També podem considerar receptor electromecànic el timbre de l'habitatge o el brunzidor ja que el seu funcionament es basa en produir un soroll mitjançant la vibració d'una làmina metàl·lica (brunzidor) o bé picar sobre una campana (timbre).



Timbre per a c.c. i per a c.a.

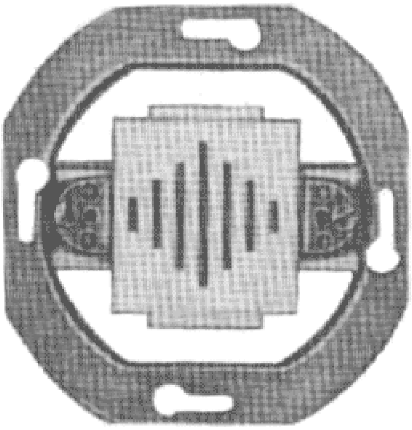
El funcionament del timbre és el següent:

En un principi s'aplica tensió al prémer el polsador A que es troba a la porta de l'habitatge. Com que l'interruptor del punt D està tancat, la bobina* s'activa i atreu a la planxa metàl·lica C que hi ha al seu davant, i al mateix temps aquesta mou el martell que picarà sobre la campana. Però, al produir-se aquest moviment, queda interromput el circuit pel punt D, i la planxa metàl·lica C torna a la seva posició de repòs tornant a tancar l'interruptor del punt D i repetint un altre cop el mateix procés mentre es mantingui premut el polsador A.

En el cas del brunzidor per a c.c. i per a c.a. , el funcionament és igual que el del timbre, amb la diferència de què en aquest darrer no existeix ni el martell ni la campana. En aquesta situació, el soroll és realitzat per la pròpia vibració de la planxa metàl·lica C que al moure's a gran velocitat pot produir un soroll de nivell apropiat.

En els timbres i brunzidors que sols funcionen amb c.a., aquests no tenen l'interruptor del punt D i la connexió en aquest punt és sempre constant, la vibració de la planxa metàl·lica C és produeix com a conseqüència de la naturalesa de la c.a. En aquest cas sabem que en la c.a. hi ha moments en que la tensió val zero, això es produeix 100 vegades per segon, per tant si la planxa metàl·lica C és prou ràpida en les seves vibracions, podrà seguir les pròpies variacions de la tensió de c.a. En el cas de disposar d'un martell i una campana diem que tenim un timbre de c.a. i si no disposem de timbre i campana direm que tenim un brunzidor de c.a. L'avantatge en aquest cas serà que podrem fer elements brunzidors de molt petit tamany.

En la figura següent veiem la imatge d'un brunzidor per a encastar en caixetins.



Exercicis:

1.- Indica quin és el tipus de motor més utilitzat en els electrodomèstics de l'habitatge.

2.- Quina diferència hi ha entre el timbre i el brunzidor?

3.- Indica quina és la transformació d'energia principal que realitzen els següents elements receptors elèctrics, (alguns d'ells poden realitzar-ne més d'una).

Exemple: Forn elèctric.- Transforma energia elèctrica en energia calorífica.

Fluorescent	Transforma energia elèctrica en energia ....
Forn elèctric	Transforma energia elèctrica en energia ....
Ventilador	Transforma energia elèctrica en energia ....
Assecador de cabell.	Transforma energia elèctrica en energia ....
Batedora	Transforma energia elèctrica en energia ....
Brunzidor.	Transforma energia elèctrica en energia ....
Estufa elèctrica	Transforma energia elèctrica en energia ....
Rentadora	Transforma energia elèctrica en energia ....
Timbre	Transforma energia elèctrica en energia ....
Bombeta	Transforma energia elèctrica en energia ....

4.- Utilitzant un polímetre com a ohmetre, mesura la resistència elèctrica d'una bombeta d'incandescència de 220v, 25 w. A continuació, utilitzant dos polímetres, un com a voltímetre i un altre com a amperímetre, connecta la bombeta a la tensió de 220v de l'endoll i mesura el valor de la V i de la I. Amb les dos mesures realitzades calcula la Resistència. Analitza el motiu pel qual tens aquestes diferències en els dos valors de R obtinguts. Introdueix les dades obtingudes en una taula similar a la següent:

Mesura	**Condicions**	**Aparell de mesura**	**Valor mesurat o calculat**
Resistència	Bombeta desconnectada	Ohmetre (polímetre)	
Intensitat	Bombeta connectada	Amperímetre (polímetre)	
Tensió	Bombeta connectada	Voltímetre (polímetre)	
Resistència	Aplicació formula	$R = \frac{V}{I}$	
Anàlisi dels resultats:			

5.- Indica la classificació de les bombetes d'incandescència en funció del tipus de connexió-suport de què disposin.

6.- Quines diferències principals existeixen entre les bombetes d'incandescència i les bombetes halògenes?

7.- Calcula quan val el calor generat en calories, durant 20 minuts, per una graella elèctrica de coure carn de 32'3Ω si per ella hi circula un corrent de 6'8 A.

8.- Dibuixa el croquis i explica el funcionament d'un timbre de campana.

UNITAT 4:

CIRCUITS ELÈCTRICS ELEMENTALS

4.1.-Introducció:

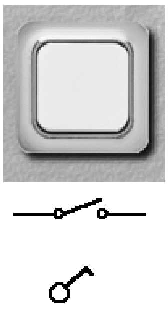
En aquest capítol estudiarem els esquemes més habituals que trobem en les instal·lacions elèctriques domèstiques, aquests són els circuits que estan situats en els diferents recintes de l'habitatge i que manipulem diàriament, generalment, de forma inconscient, cada cop que actuem sobre els elements de control de la instal·lació elèctrica.

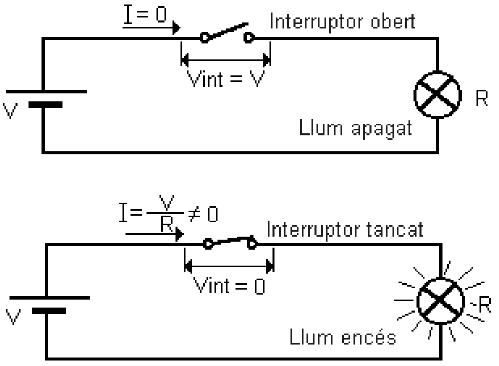
4.2.- Aparellatge elèctric.

Entenem per aparellatge elèctric aquells elements que serveixen per a controlar i protegir els diferents circuits elèctrics. Entre els elements de control podem destacar: l'interruptor, el commutador, l'endoll i el commutador de creuament. Els elements de protecció s'estudiaran a la unitat 7. En els apartats següents es descriu detalladament els principals elements de control.

4.3.- Interruptor.

L'interruptor consta de dos borns* de connexió, i té dues posicions possibles: interruptor obert i interruptor tancat. Si està obert ( ) no deixa passar el corrent a través d'ell i entre els seus borns trobarem tota la tensió que està interrompent. Si està tancat ( ) permet el pas del corrent a traves d'ell i entre els seus borns la tensió val 0.

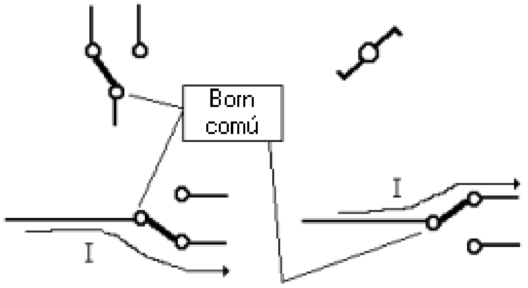




Imatge i símbols multifilar i unifilar de l'interruptor.
Tensió i corrent en borns de l'interruptor quan aquest està obert i quan està tancat.

4.4.- El commutador.

El commutador és un mecanisme elèctric que consta de tres borns*. Un d'ells s'anomena comú, i externament pot tenir la mateixa forma física que l'interruptor. Consta de dues posicions o estats; en una posició connecta el born comú amb un dels altres dos i en l'altra posició connecta el born comú amb l'altre. És a dir, el commutador efectua una commutació en el camí que ha de seguir el corrent elèctric que li arriba (o surt) pel comú. En els habitatges és un mecanisme molt utilitzat ja que amb un circuit amb dos commutadors es pot encendre i apagar una bombeta des de dos llocs diferents.

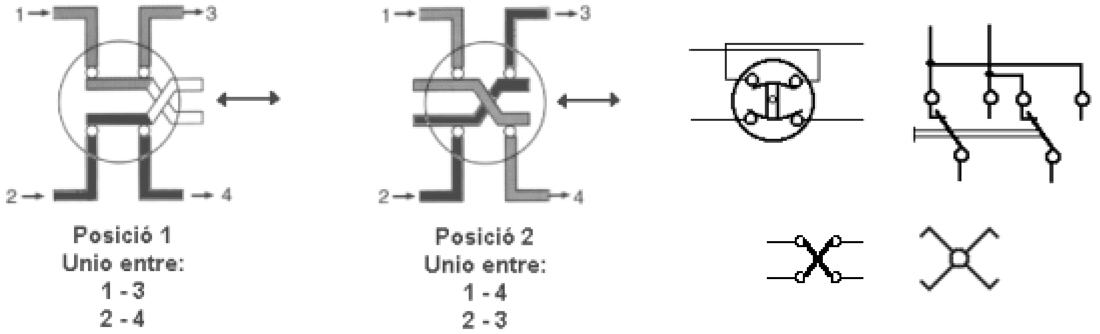


Símbols multifilar i unifilar del commutador.
Camins que seguirà el corrent I en funció de la posició en que es trobi el commutador.

4.5.- El commutador de creuament.

Aquest és un mecanisme que té una funció molt particular en l'habitatge, hem dit en l'apartat anterior que amb dos commutadors podem encendre i apagar un llum des de dos llocs diferents, doncs bé, en el cas que volguéssim encendre'l i apagar-lo des de tres o més llocs, seria necessari utilitzar tants creuaments com punts volguéssim per a encendre i apagar el llum menys dos.

El creuament consta de quatre borns*, aparellats dos a dos i actuant sobre ell es realitza l'intercanvi de connexions entre les dues parelles de borns. En l'esquema de la figura següent, podem veure els diferents símbols que poden representar el creuament i l'esquema de connexions en les dos possibles posicions que té. En aquest esquema les dos parelles de borns són: 1 i 2 per a entrada, 3 i 4 per a sortida, les interconnexions entre cada born segons la posició es poden veure a l'esquema següent (també hi veiem diferents símbols unifilars i multifilars per a representar esquemàticament un creuament):

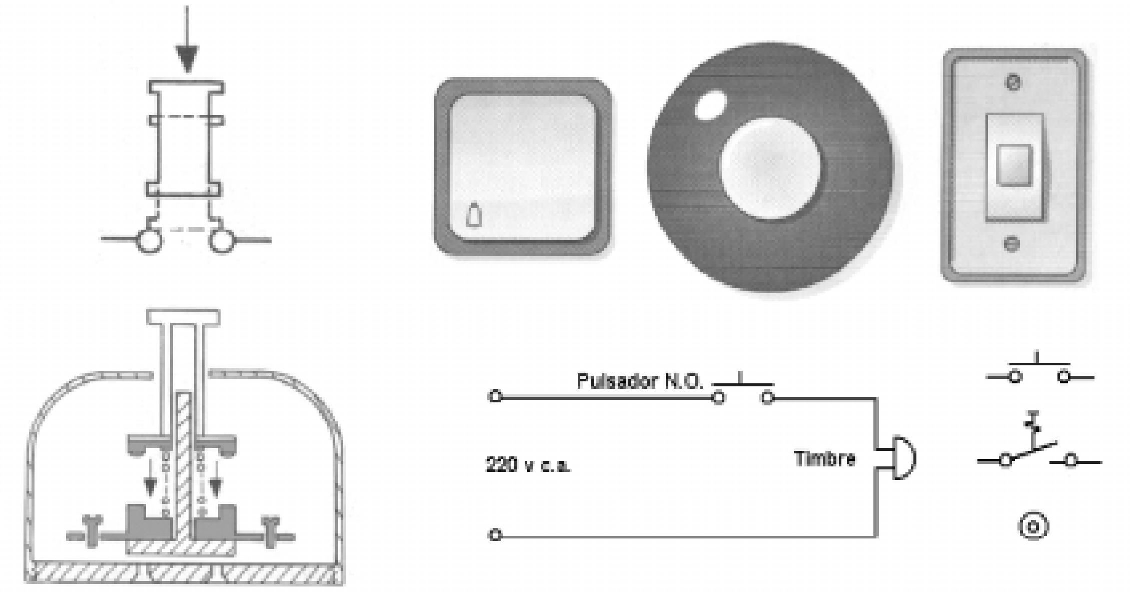


4.6.- El polsador.

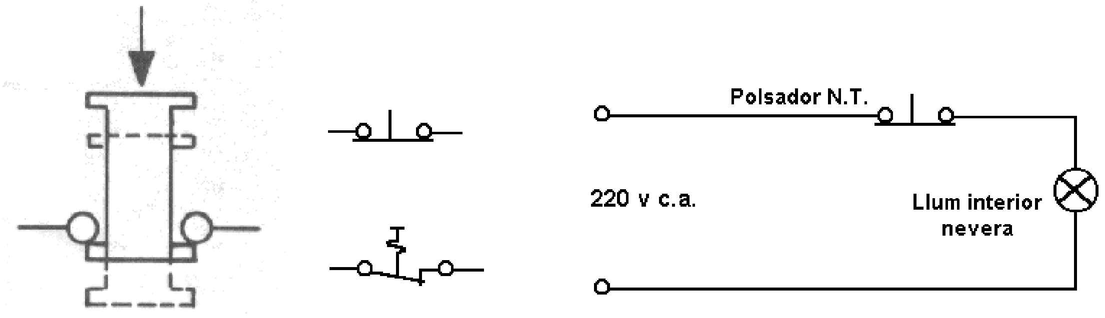
El polsador és un tipus particular d'interruptor. Té la característica que no es manté fix en una de les posicions a no ser que s'estigui prement sobre ell. N'existeixen de dos tipus: el polsador normalment obert i el polsador normalment tancat. El polsador obert el trobem principalment en els circuits de timbre; aquests es troben a la porta del

carrer i són els que premen les persones que volen trucar a una casa determinada. El polsador tancat és el que trobem habitualment en les portes de les neveres i serveixen per a desconnectar el llum de la nevera quan aquesta està tancada.

De fet són iguals que els interruptors, però porten una molla interna que fa retornar al contacte a la posició de repòs quan ningú els prem. En aquesta posició de repòs el contacte elèctric pot estar obert o bé tancat, en el primer cas és el que anomenen polsador N.O. (normalment obert) i en el segon cas és el que anomenen polsador N.T. (normalment tancat).



Fotos, símbols i esquema d'aplicació del polsador N.O.

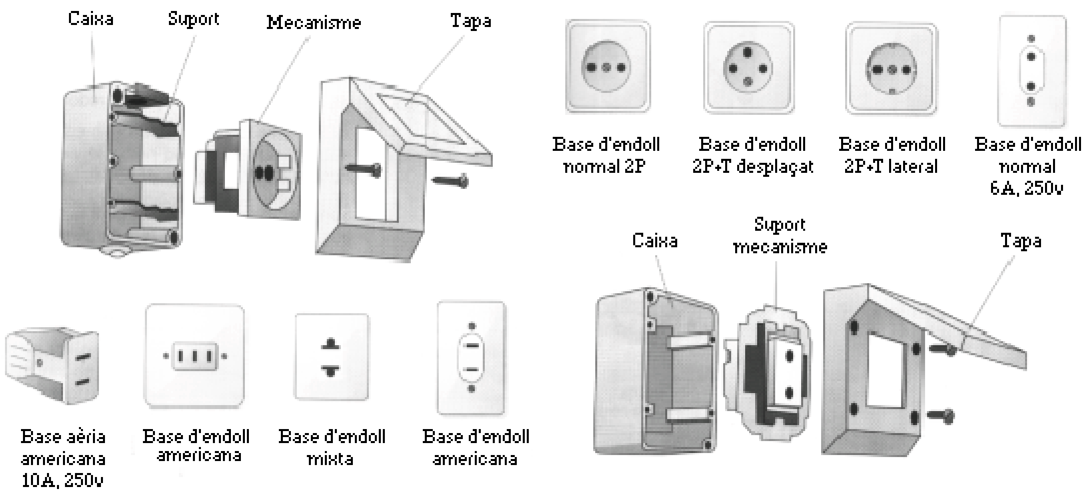


Símbols, esquema i aplicació habitual del polsador N.T.

4.7.- La base d'endoll.

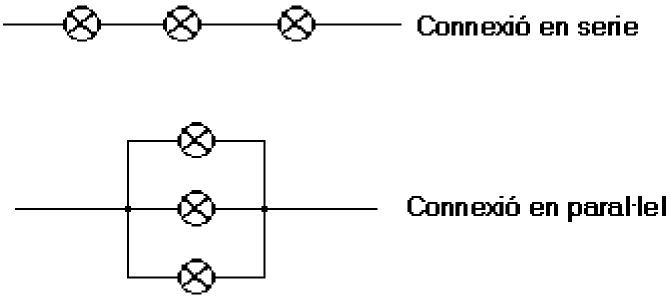
La base d'endoll és un element que ha de servir per facilitar la connexió dels aparells elèctrics, electrodomèstics, llums portàtils, etc. a la xarxa elèctrica de l'habitatge. Consta principalment de dos borns* que són els que corresponen als dos cables de la línia elèctrica, i es troben distribuïts de forma regular per tot l'habitatge.

També consta d'un o més borns de connexió corresponents a la presa de terra, la presa de terra és el conductor de protecció que hi ha a l'habitatge i quedarà connectat d'aquesta forma a la carcassa metàl·lica de l'aparell elèctric que hem connectat a l'endoll.



4.8- Connexions en sèrie i en paral·lel de receptors elèctrics.

El receptors elèctrics es poden interconnectar entre ells en sèrie i/o en paral·lel, si suposem que els receptors són bombetes, les connexions sèrie i paral·lel serien com les següents (podríem connectar en sèrie i en paral·lel d'altres tipus de receptors com brunzidors, timbres, estufes elèctriques, etc.etc.):



Les connexions en sèrie es fan unint la sortida d'un receptor amb l'entrada de l'altre receptor, en aquest cas la tensió que s'aplica entre els dos extrems es reparteix de forma proporcional a la resistència que té cada receptor, i per tant a cada receptor li toca una tensió més petita que la que alimenta a la totalitat del circuit, en canvi el corrent (intensitat) és el mateix per a tots els receptors i igual. En el cas de la connexió en paral·lel cada receptor té la mateixa tensió que la que alimenta a tot el conjunt i el corrent pot ésser diferent per a cada receptor segons quin sigui el seu consum.

La connexió en sèrie té l'inconvenient que la tensió de cada receptor és més petita que la general i per tant és un tipus de connexió que no se sol utilitzar en les instal·lacions elèctriques dels habitatges, ja que tots els receptor són sempre per treballar a la mateixa tensió i generalment a 220 v., aquest tipus de connexió en sèrie la podreu trobar p.e. en els llums que se solen col·locar en l'arbre de Nadal.

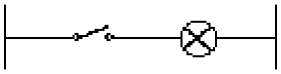
La connexió en paral·lel, en canvi, és la que trobem de forma habitual en els habitatges, per que garanteix que la tensió que tindrà cada receptor serà igual i de valor 220 v. que és la tensió habitual de treball dels receptors elèctrics dels habitatges. Així

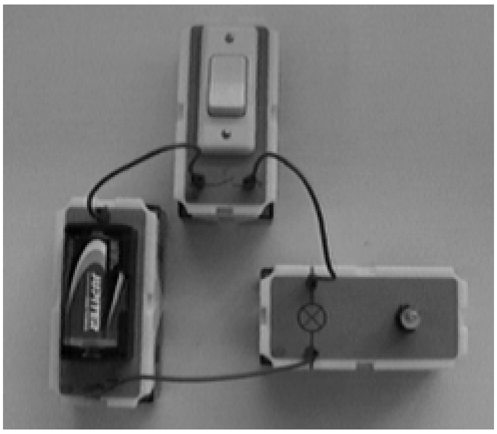
doncs, en aquest crèdit no parlarem més de la connexió en sèrie de receptors elèctrics perquè no té una aplicació freqüent en habitatges.

Un altre avantatge que té un circuit elèctric en paral·lel en front d'un en sèrie és que quan en un en paral·lel es fon un receptor, els altres continuen funcionant correctament, en canvi en un en sèrie, quan es fon un receptor tots els altres que hi estan en sèrie també s'apaguen.

4.9- Punt de llum amb un interruptor.

Aquest és el circuit més simple que podem trobar en l'habitatge. Es tracta de poder connectar i desconnectar un llum des d'un únic punt de control. El circuit que correspon és el següent:

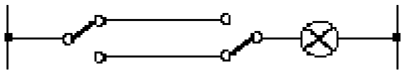


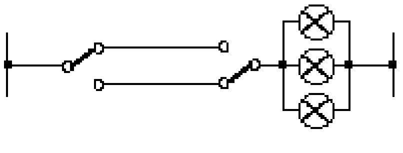


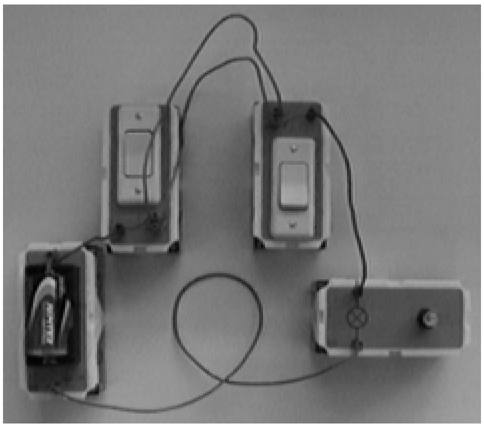
Aquest mateix circuit el podem trobar també amb altres tipus de receptors i de vegades tindrem més d'un receptor en paral·lel.

4.10.- Punt de llum amb dos commutadors.

En aquest circuit es tracta de poder connectar o desconnectar un llum des de dos llocs diferents. El circuit és el següent:



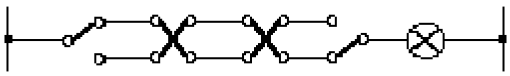


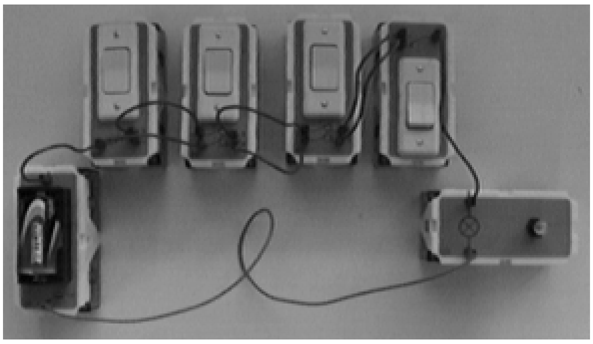


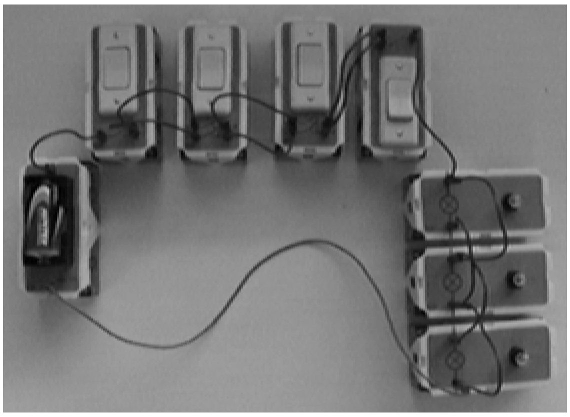
En ocasions és necessari controlar més d'un punt de llum alhora, en aquest cas sols fa falta connectar les diferents bombetes en paral·lel tal com veiem en l'esquema anterior.

4.11.- Punt de llum controlat des de tres o més llocs diferents.

El circuit que correspon en aquest cas és el mateix que l'anterior, però ara introduïm entre les dos línies que connecten als dos commutadors tants creuaments com faci falta fins a completar el número de llocs diferents des d'on s'ha de poder controlar el punt de llum. L'esquema és el següent:



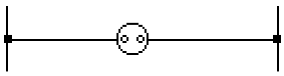




4.12.- Circuit amb base d'endoll.

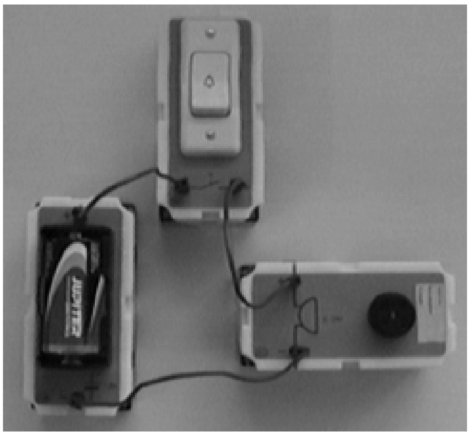
La base d'endoll, la trobem pràcticament sempre connectada entre els dos conductors de la línia elèctrica monofàsica, i en el cas que la base d'endoll disposi de connexió amb el conductor de protecció, també es connectarà al conductor de pressa de terra.

Una de les bases d'endoll usades més habitualment en els habitatges per la seva seguretat i robustesa és la base Schuko.



4.13.- Circuit de control del timbre.

Aquest és un circuit molt clàssic en els habitatges. Generalment utilitza un polsador N.O. situat a la porta d'accés de l'habitatge i un timbre o brunzidor situat en l'interior. El circuit el podem veure representat en l'apartat 4.6.



Exercicis:

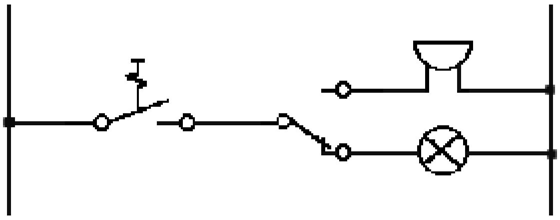
1.- Realitza el muntatge del circuit de l'apartat 4.9. Utilitza un polímetre per a mesurar tensions i intensitats, dibuixa un quadre com el següent i anota-hi les mesures indicades en les dues condicions.

	Tensió en borns del generador.	Tensió en borns de l'interruptor	Tensió en borns de la bombeta	Intensitat a través de la bombeta
Interruptor obert				
Interruptor tancat				

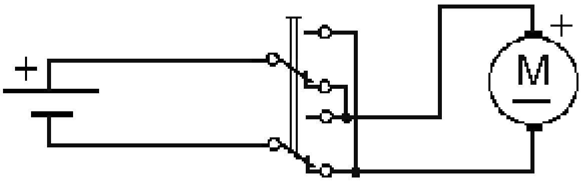
2.- Amb els valors obtinguts en la taula de l'exercici anterior, determina el valor de la R de la bombeta.

3.- Realitza el muntatge dels circuits que es troben en els apartats: 4.10, 4.11, 4.13. Per a cadascun d'ells dibuixa l'esquema unifilar corresponent.

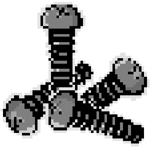
4.- Realitza el muntatge de l'esquema indicat a continuació, explica el seu funcionament i dedueix-ne una possible aplicació.



5.- Els motors elèctrics de c.c. canvien el seu sentit de rotació si es canvia la polaritat de la tensió que se'ls aplica. El següent circuit utilitza un commutador de creuament per a efectuar l'inversió del sentit de rotació del motor de c.c. Realitza el muntatge del circuit i descriu el seu funcionament.



6.- Efectua les connexions de tres bombetes en sèrie i en paral·lel, tal com s'indica en l'apartat 4.8, aplica'ls-hi la mateixa tensió amb la font d'alimentació i efectua observacions del funcionament: a)en quan a la intensitat lluminosa de cada cas i b)que passa quan una de les tres bombetes es treu? Anota a continuació les observacions efectuades i les conclusions a que has arribat.



UNITAT 5:

Normativa elèctrica. Reglament Electrotècnic de B.T.

5.1.-Necessitat de la normalització de les instal·lacions elèctriques.

Les instal·lacions elèctriques dels habitatges no es poden realitzar de forma arbitrària sinó que estan subjectes al control que indica la normativa legal en aquest tema. És necessària una normalització en la forma de realitzar les instal·lacions elèctriques, per dues raons fonamentals: la primera és que s'ha de complir un mínim de seguretat en la instal·lació per a protegir a les persones i a la pròpia instal·lació d'accidents indesitjables, la segona és la necessitat de què totes les instal·lacions siguin iguals en quan a forma constructiva de tal manera que qualsevol tècnic pugui reparar i/o modificar una instal·lació encara que no l'hagi feta ell mateix.

Els organismes governamentals que realitzen aquesta normalització són els següents: el "Ministerio de Indústria y Energia" que depèn del govern central i el Departament d'Indústria i Energia que depèn de la Generalitat de Catalunya. El recull de normes a aplicar es troben indicades inicialment en el Decret 2413/1973 de 20 de Setembre, conegut generalment amb el nom de "Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió" (REBT) i les seves "Instruccions Tècniques Complementaries" (ITC). Aquest reglament està en constant actualització a mesura que van sortint noves ITC que complementen i/o actualitzen les anteriors.

5.2.- Classificació dels habitatges segons el seu grau d'electrificació.

Segons el REBT ITC 010, els habitatges es classifiquen en diferents graus d'electrificació, aquests s'anomenen grau d'electrificació mínim, mig, elevat i especial. El que un habitatge estigui compres dins d'un d'aquests graus depèn de la potencia contractada amb la companyia subministradora, i per tan també depèn dels receptors elèctrics que es preveu instal·lar. La mateixa ITC també ens indica quin ha de ser com a mínim el grau d'electrificació segons els metres quadrats de superfície de l'habitatge. El següent quadre resumeix aquests conceptes:

Grau d' Electrificació	Superfície màxima del habitatge	Previsió de potencia total	Receptors previstos per a utilitzar
Mínim	fins a 80 m2	fins a 3.000 w	Llum, rentadora sense escalfador elèctric d'aigua, nevera, planxa, radio, televisió i petits aparells electrodomèstics.
Mig	fins a 150 m2	fins a 5.000 w	Llum, cuina elèctrica, qualsevol tipus de rentadora, rentaplats, escalfador d'aigua elèctric, nevera, planxa, radio, televisió i petits aparells electrodomèstics.
Elevat	fins a 200 m2	fins a 8.000 w	Els mateixos que per a l'electrificació mitja i a més un sistema de calefacció elèctric i/o aire acondicionat.
Especial	--	A determinar en cada cas i superior als 8.000w	S'aplica en habitatges amb un gran nombre de receptors o amb sistemes de calefacció o aire acondicionat de gran consum.

El grau d'electrificació de l'habitatge és el que, d'acord amb els receptors que tingui previst utilitzar, determini el propietari de l'habitatge, encara que com a mínim depén de la superfície en m^2.

5.3.- Tipus de conductors a l'habitatge i colors normalitzats.

Les instal·lacions elèctriques de l'habitatge estan molt regulades i normalitzades per múltiples ITC del REBT. Concretament, en la ITC 023 se'ns indica que els conductors han d'ésser de coure, aïllats per suportar com a mínim una tensió de 750 v. i amb les seccions mínimes que s'indiquen a continuació, en funció del tipus de circuit en que han de funcionar:

- 1 mm^2 per als circuits de llum.
- 1'5 mm^2 per als endolls en habitatges de grau d'electrificació mínima.
- 2'5 mm^2 per als endolls en habitatges de grau d'electrificació mig i elevat.
- 4 mm^2 per al circuit d'alimentació de la rentadora i escalfador d'aigua.
- 6 mm^2 per al circuit de cuina elèctrica i frigorífic.

S'ha de recordar, que aquestes seccions són indicades com a mínim, no hi ha cap inconvenient en instal·lar conductors de secció superior si el consum previst així ho necessita.

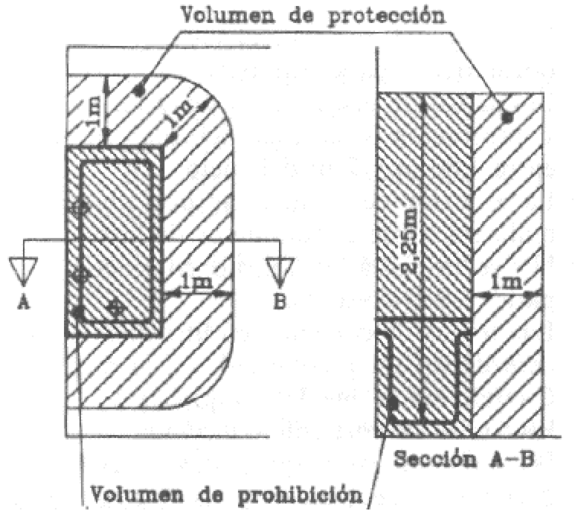
La mateixa ITC ens indica que els conductors, segons quina sigui la naturalesa de la funció que realitzen, podran tenir colors diferents. Aquests colors solament poden ésser els que s'indiquen a continuació i sempre assignats a la seva funció corresponent:

- Per al conductor neutre: color blau.
- Per al conductor de protecció de Pressa de Terra: color groc-verd.
- Per al conductor de fase: color negre o marró. En el cas que sigui una línia trifàsica* també podrem usar el gris.

És molt important mantenir aquesta norma dels colors, ja que en definitiva, facilita que una instal·lació pugui ésser manipulada per tècnics diferents als que l'han construït.

5.4.-Volum de protecció i volum de prohibició.

En els habitatges existeixen dues zones en les que és molt perillós l'existència de conductors elèctrics o de mecanismes de control dels circuits elèctrics. Són els anomenats volum de protecció i volum de prohibició, aquestes dues zones es trobem situades en la banyera o dutxa de l'habitatge (en aquesta zona, l'abundància d'aigua pot provocar fuites de corrent i afectar a la persona que s'hi troba). Aquests volums es troben indicats en el gràfic lateral.



El **volum de prohibició** és el que es troba dins de la banyera fins a una alçada de 2'25 mts. i el **volum de protecció** és el que es troba a 1 mts. al voltant de la banyera i igual alçada que el cas anterior.

Dins del volum de prohibició no hi pot haver cap mecanisme ni aparell elèctric, dins del volum de protecció poden existir mecanismes de control sempre i quan no tinguin superfícies metàl·liques externes. En tots dos volums els cables elèctrics s'han de situar dins d'un tub encastat a la paret, encara que és preferible no situar cap canalització elèctrica dins les parets que envolten el volum de prohibició.

5.5.- Classificació dels circuits elèctrics (Llum, Cuina, Electrodomèstics, Altres usos).

La REBT ITC 022, ens indica quin ha d'ésser el nombre mínim de circuits que ha d'existir en un habitatge en funció del grau d'electrificació. Entenem per circuit elèctric, en aquest cas, aquell conjunt de receptors i els seus elements de control, connectats a la mateixa línia que consta d'una protecció formada per un PIA en el quadre general de protecció dins de l'habitatge.

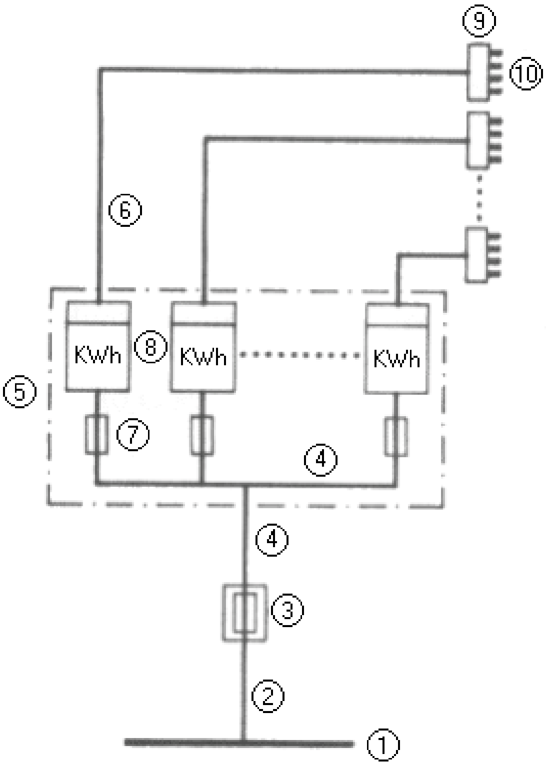
Així doncs, són habituals els circuits següents: Circuit de llum, rentadora i escalfador d'aigua, cuina, calefacció i/o aire acondicionat i altres usos (endolls d'ús general).

5.6.-Instal·lacions d'enllaç a l'habitatge.

Entenem per instal·lació d'enllaç aquella que té com a funció unir la línia elèctrica de la xarxa de distribució urbana amb les instal·lacions interiors o receptores de l'abonat. És a dir, connectar l'instal·lació elèctrica de l'habitatge amb la línia elèctrica del carrer. Tot el conjunt de la instal·lació d'enllaç consta dels següents subelements:

- Línia de connexió de servei.
- Caixa general de protecció.
- Línia repartidora.
- Fusibles de seguretat.
- Comptadors d'energia.
- Quadre general de protecció interior.

En la següent figura podem trobar representats aquests elements:



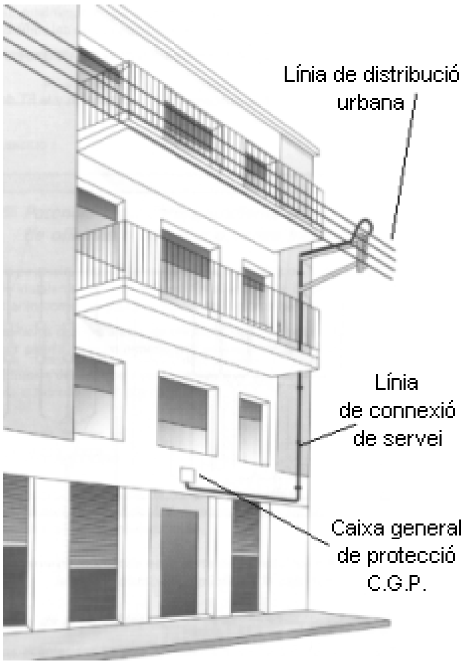
1.- Xarxa de distribució urbana. Propietat de l'empresa subministradora.
2.- Línia de connexió de servei.
3.- Caixa general de protecció.
4.- Línia repartidora.
5.- Centralització de comptadors.
6.- Derivació individual.
7.- Fusibles de seguretat.
8.- Comptador d'energia elèctrica.
9.-Quadre general de protecció interior. Dispositius privats de comandament i protecció.
10.- Instal·lació interior de l'abonat.

L'esquema adjunt representa la instal·lació d'enllaç d'un edifici amb múltiples habitatges, on podem observar que tots els comptadors estan centralitzats en un sol lloc de l'edifici i tenim tantes línies de derivació individual i quadres generals de protecció com habitatges hi haurà a l'edifici.

En el cas que es tractés d'un habitatge unifamiliar, l'esquema seria el mateix, però solament hi hauria un comptador, una sola línia de derivació individual i un únic quadre general de protecció interior de l'abonat.

Descripció individual de cada element:

1.- Xarxa de distribució urbana: Aquesta és la línia elèctrica que veiem situada pel carrer, formada per conductors aïllats negres trenats o bé per conductors sense protecció que van penjats en els pals d'electricitat. És propietat de la companyia elèctrica.



2.- Línia de connexió de servei: És el tram de línia elèctrica que va des de la línia de distribució urbana fins a la Caixa General de Protecció de l'edifici.

3.- Caixa General de Protecció (CGP): És una caixa de connexions situada a l'exterior de l'edifici que consta d'uns fusibles generals de valor molt més superior al normal que seria necessari per l'edifici, serveixen com a últim recurs de protecció en el cas que fallin les altres proteccions que hi ha dins l'edifici, també serveix per a poder desconnectar fàcilment des de l'exterior l'electricitat en un edifici en el cas d'emergència.

4.- Línia repartidora: És el tram de línia elèctrica que va des de la caixa general de protecció fins al comptador, en el cas d'un edifici unifamiliar, o bé, a la centralització de

comptadors, en el cas d'un edifici amb múltiples habitatges.

5.-Centralització de comptadors: És el lloc on es troba el comptador o comptadors; abans de cada comptador hi haurà uns fusibles per a protegir-lo, aquests seran calibrats a una intensitat molt més elevada que el necessari, per evitar que actuïn abans que les proteccions de l'interior de l'habitatge. Els comptadors serveixen per a mesurar l'energia elèctrica consumida per l'usuari, s'han de situar en un lloc fàcilment accessible, per a facilitar l'accés al personal de la companyia elèctrica per efectuar les lectures i així poder facturar l'import consumit. Als habitatges unifamiliars, se situen a la façana exterior.

6.- Derivació individual: És el tram de línia elèctrica que va des del comptador fins a la caixa de protecció interior de l'abonat.

7.- Fusibles de seguretat: Són els fusibles que és troben davant del comptador per a protegir-lo contra possibles curt-circuits. Al igual que els fusibles de la Caixa General de Protecció, són d'un amperatge molt més superior al necessari, ja que només han de funcionar quan fallin tots els altres elements de protecció situats en el mateix circuit.

8.-Comptador d'energia elèctrica: És l'aparell que s'encarrega de mesurar la quantitat d'energia elèctrica consumida per l'usuari. Mesura en Kwh (en el cas més habitual de comptadors d'activa).

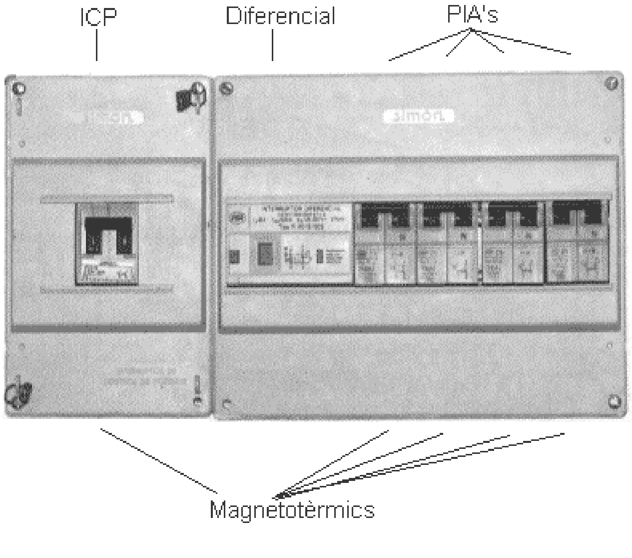
9.- Quadre general de protecció interior: Aquest quadre el trobem generalment, a l'interior de l'habitatge i s'hi troben situats els principals interruptors automàtics de protecció, generalment els PIA's, l'ICP i l'interruptor diferencial. Sobre aquest quadre dedicarem tot l'apartat següent.

10.-Instal·lació interior de l'abonat: És el conjunt de circuits, mecanismes de control i receptors que formen part de l'instal·lació elèctrica que es distribuirà per a l'interior de l'habitatge.

La majoria dels elements que hem vist de les instal·lacions d'enllaç, s'ha de procurar que no siguin fàcilment accessibles, per a evitar manipulacions fraudulentes, així doncs, la caixa general de protecció, els comptadors i l'ICP estan segellats per la companyia subministradora d'energia elèctrica per a evitar que puguin ésser manipulats.

5.7.-Quadre general de protecció interior de l'habitatge.

A aquest quadre és on arriba la línia de derivació individual i és on tindrem els principals elements de protecció. En general, els principals elements que hi trobarem seran els següents: 1 ICP, 1 Interruptor diferencial, i 1 o més PIA's.



S'ha de tenir en compte que els elements anomenats ICP i PIA no són ni més ni menys que interruptors automàtics magnetotèrmics (que s'estudiaran en l'apartat 7.3.4). En aquesta aplicació se'ls anomena d'aquesta forma per que el seu nom il·lustra més bé la funció que realitzen.

ICP.- És un interruptor automàtic magnetotèrmic, les seves sigles indiquen: Interruptor de Control de

Potencia. Només n'hi ha un per habitatge, la seva funció és evitar que l'usuari de la instal·lació elèctrica consumeixi de la línia elèctrica més potencia que la que té contractada i per tan que paga en cada rebut de la llum (veure apartat 8.3). El seu valor es mesura en ampers, i en el cas d'un habitatge que funciona a una tensió de 220 v. tindrem que el producte de la intensitat a que esta calibrat l'ICP per la tensió de la xarxa ens dona directament la Potencia contractada, en vats.

EXEMPLE 1.- En un habitatge tenim un ICP de 25 A. Si la tensió de la xarxa elèctrica és de 220v., quan valdrà la potencia contractada en aquest habitatge?

Solució: P = VxI = 220 x 25 = 5.500w.

EXEMPLE 2.- Quan ha de valer l'ICP d'un habitatge connectat a la xarxa elèctrica de 220v, si hem de disposar d'una potencia contractada de 7.700w.

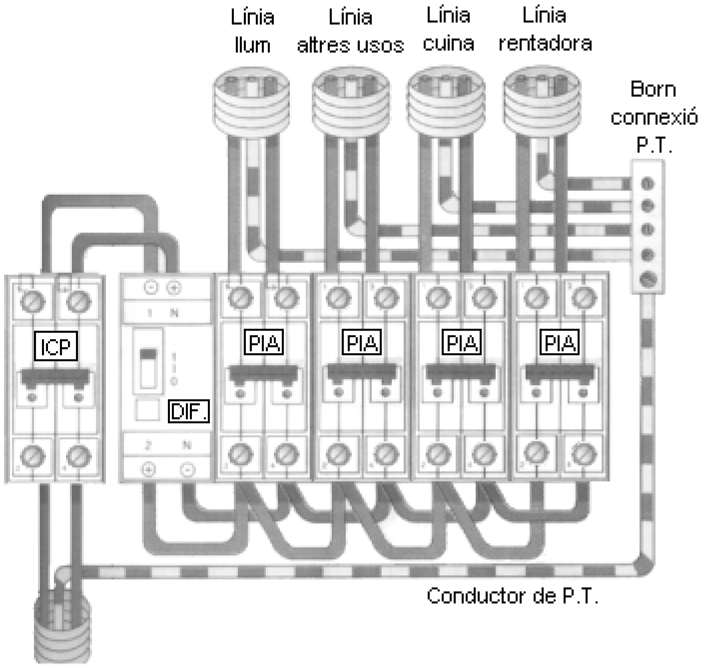
Solució: I = P÷V = 7700÷220 = 35A.

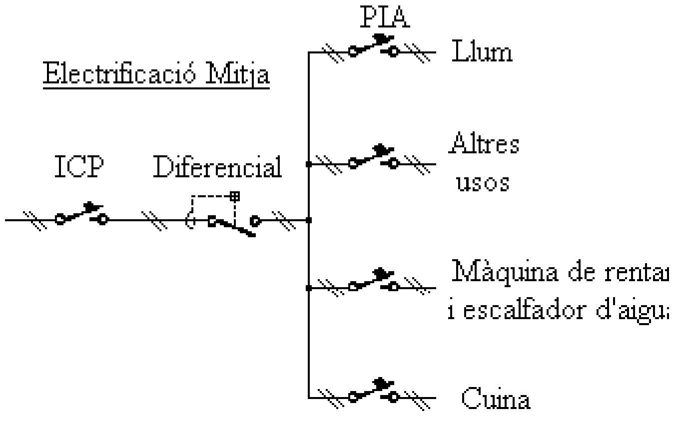
Per a evitar que ningú manipuli l'ICP, i que ningú el pugui canviar per un de més gran i per tan poder consumir més potencia que la que es té contractada i es paga cada mes, aquest element es troba precintat per la pròpia companyia elèctrica.

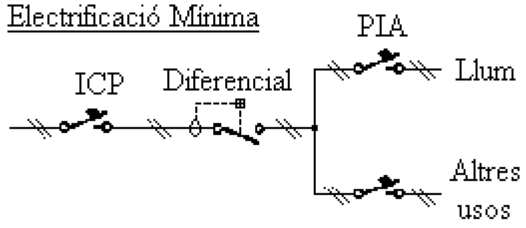
PIA.- És un interruptor automàtic magnetotèrmic, les seves sigles indiquen: Petit Interruptor Automàtic. La seva funció és la de protegir contra curt-circuits al circuit elèctric que tingui connectat. Dins del quadre de protecció interior de l'habitatge, trobarem tants PIA's com circuits elèctrics hi hagi a l'habitatge. Així doncs, en un habitatge amb grau d'electrificació mínim trobarem, com a mínim, dos PIA's, l'un per al circuit elèctric de llum i l'altre per al circuit elèctric de altres usos (endolls d'ús general). En un habitatge amb grau d'electrificació mig, trobarem, com a mínim quatre PIA's i en un habitatge amb grau d'electrificació elevat, trobarem com a mínim, sis PIA's.

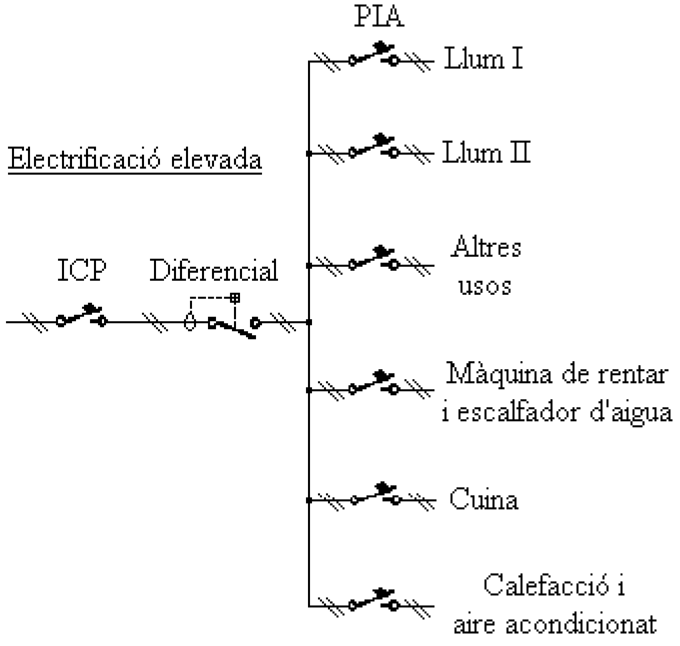
Interruptor Automàtic Diferencial.- El diferencial té com a missió protegir a les persones contra contactes directes o indirectes i la seva funció i funcionament es troba detallat en l'apartat 7.2.1.

Generalment, en els habitatges amb connexió monofàsica*, tots els elements del quadre de protecció interior de l'habitatge solen ésser bipolars*, i els esquemes que els hi correspon són els indicats en els gràfics següents (en la representació multifilar s'hi troba representat el conductor de protecció de presa de terra):









Exercicis:

1.- Explica per quina raó la normativa estableix els volums de prohibició i volums de protecció en les instal·lacions elèctriques dels habitatges.

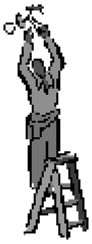
2.- Que s'entén per instal·lació d'enllaç? Indica quins elements formen la instal·lació d'enllaç.

3.- Localitza a casa teva la situació de la CGP i indica en quin lloc es troba.

4.- Dibuixa el quadre general de protecció interior de casa teva. Anota-hi detalladament les indicacions que hi ha escrites a sobre dels diferents elements.

5.- Determina quin és el magnetotèrmic que realitza la funció de ICP a casa teva i anota la intensitat a que està calibrat. Calcula el valor de la potencia contractada a casa teva.

6.- Determina el nombre de magnetotèrmics que fan la funció de PIA a casa teva, anota els valors a que esta calibrat cadascun i determina quin circuit protegeixen dels que hi ha al teu habitatge.

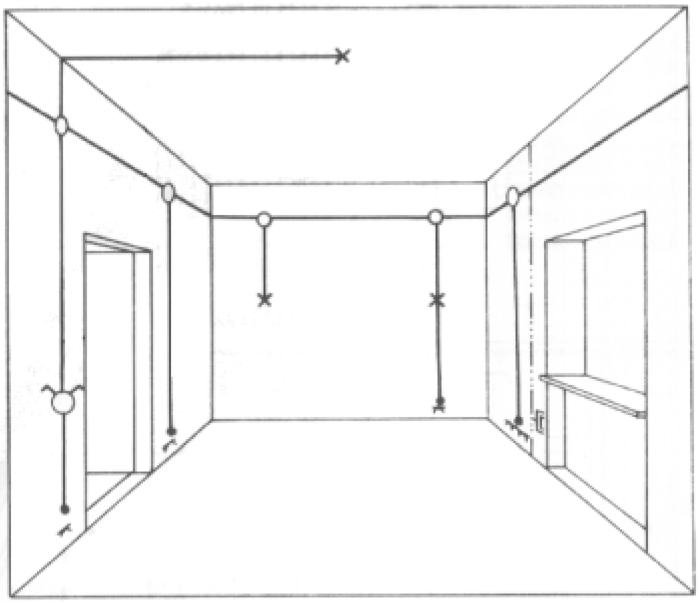


UNITAT 6:

Distribució dels conductors per l'habitatge.

6.1.- Introducció.

A l'hora d'efectuar una instal·lació elèctrica de l'habitatge, s'ha de tenir en consideració que els conductors que han d'inteconnectar tots els mecanismes, receptors i endolls han d'estar el més dissimulats possibles i sobretot ha d'ésser difícil l'accés a ells per a evitar que les persones que solament són usuaris no els puguin manipular sense adonar-se'n.



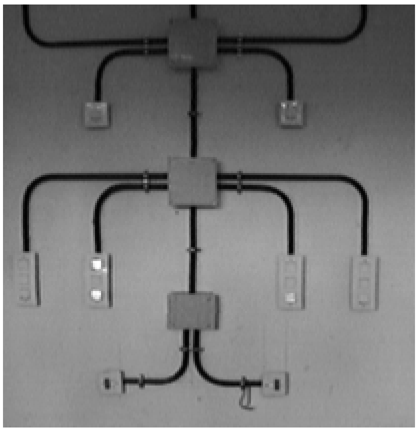
També hem de tenir en compte que per a fer una connexió elèctrica, aquesta s'ha de fer en un lloc en el que pugui ésser accessible fàcilment pels tècnics si és necessari, sempre procurant que mai sigui accessible pels usuaris.

Aquestes consideracions obliguen a fer que els conductors elèctrics vagin a través dels tubs d'electricitat i que les connexions es realitzin totes elles dins de les caixes d'empalmar. En el croquis adjunt es pot veure una distribució de tubs, caixes d'empalmar i mecanismes dins d'un recinte de l'habitatge.

Segons que els tubs elèctrics estiguin fixats a la superfície de la paret o bé estiguin encastats dins de la pròpia paret d'obra podrem classificar les instal·lacions en superficials o encastades.

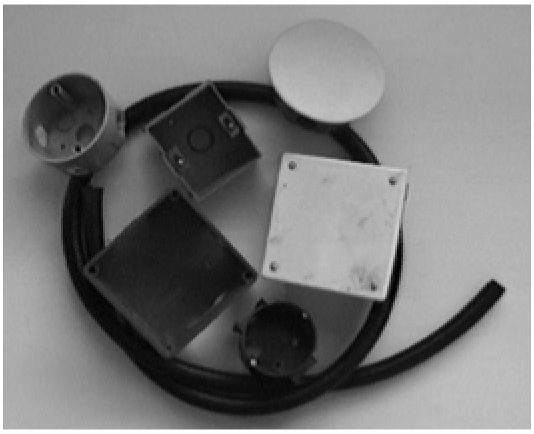
6.2.- Instal·lacions superficials.

En aquest tipus d'instal·lacions els tubs elèctrics, les caixes d'empalmar i els mecanismes es troben situats a la superfície de la paret, d'aquesta forma es pot veure en els tubs quina és tota la distribució elèctrica dels recintes on s'hagi usat aquest mètode. Aquest tipus d'instal·lació és fa usant tubs de PVC* (policlorur de vinil) rígid o bé tubs de ferro, segons sigui la situació de l'instal·lació. Les caixes d'empalmar i els mecanismes també són del mateix tipus de material que els tubs. En els habitatges no s'acostuma a usar aquesta tipus d'instal·lació, principalment per la seva estètica i només



s'usa en el cas que és faci una ampliació o modificació d'una instal·lació ja existent. En canvi, si que s'usa molt en els locals industrials o bé en aquells llocs en que l'estètica no ha d'ésser un factor molt important. Així doncs, trobarem aquestes instal·lacions, per exemple, en un taller mecànic, o naus industrials, o en locals públics.

6.3.- Instal·lacions encastades.



Aquest tipus d'instal·lació és el que s'usa habitualment en els habitatges, la principal raó és per que tots els conductes queden totalment amagats i solament es pot veure els mecanismes de control i els receptors elèctrics. En aquests casos s'utilitza tubs flexibles de PVC que són encastats a la paret en el mateix moment de construir l'habitatge, les caixes d'empalmar també són del mateix material i queden igualment encastades a la paret així com els caixetins que han d'encabir els mecanismes de control.

D'aquesta forma un cop acabada l'obra únicament es veurà per sobre de la paret i sense sobresortir massa els mecanismes de control i les tapes de les caixes d'empalmar que poden ser fàcilment dissimulades. Tots els conductors elèctrics i els empalmes queden amagats i dissimulats en la paret.

Aquest tipus d'instal·lació té com a gran avantatja l'estètica de la dissimulació de l'instal·lació elèctrica i la seguretat per als usuaris, però com a inconvenient el fet que en el cas d'avaria o bé de modificacions és més complexa la seva manipulació.

6.4.-Tubs de canalització de conductors.

Com ja s'ha dit en apartats anteriors els tubs utilitzats en les instal·lacions elèctriques poden ésser flexibles de PVC o bé rígids de PVC o de ferro. Els flexibles s'utilitzen en instal·lacions encastades com les dels habitatges i els rígids de PVC o ferro s'usen en instal·lacions superficials com solen ésser totes les industrials.

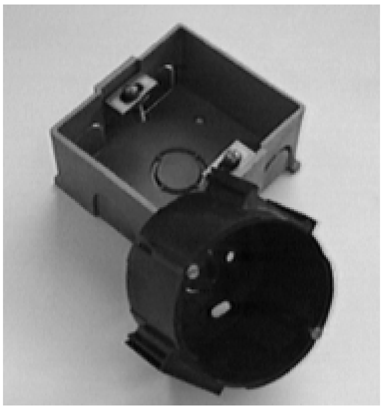
Tant els uns com els altres els podem trobar amb diàmetres normalitzats (cada valor ens indica el diàmetre interior del tub en mm.), els més habituals són les següents: 11, 13, 16, 21, 29, 36, etc.

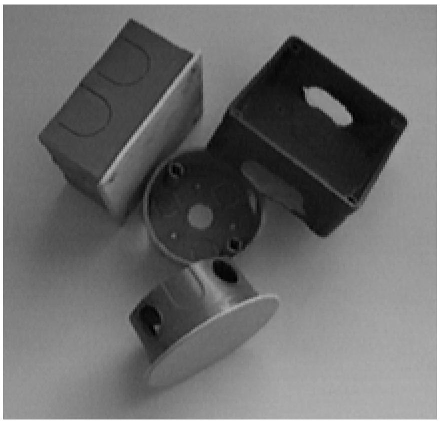
Segons quin sigui el nombre de conductors elèctrics que ha de passar per l'interior del tub i quina sigui la posició en que s'ha de situar aquest tub (encastat o de superfície) utilitzarem un diàmetre de tub o un altre segons és pot deduir de la taula següent extreta del REBT* MIE 019:

TUBS										MUNTATGE
Metàl·lics rígids normals amb aïllament interior Metàl·lics flexibles normals amb/sense aïllament interior Aïllants flexibles normals										Encastats
Diàmetre interior mínim nominal, en mm, per a tubs d'acord amb el nombre i la secció dels conductors que han d'allotjar										
Secció nominal dels cables (mm²)	Un conductor		Dos conductors		Tres conductors		Quatre conductors		Cinc conductors	
	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma
1	13	13	13	13	13	13	13	16	13	16
1,5	13	13	13	13	13	13	13	16	13	16
2,5	13	13	13	13	13	13	13	16	13	23
4	13	13	13	16	13	16	16	23	16	23
6	13	16	13	23	16	23	23	23	23	23
10	16	23	23	23	23	23	23	29	29	29
16	23	23	23	29	23	29	29	29	29	36
25	23	29	29	29	29	36	36	36	36	48
35	29	36	29	36	36	48	36	48	48	
50	36	36	36	48	48	48	48	48		
70	36	48	48	48	48					
95	48	48	48							
120	48									

6.5.- Caixes d'empalmar i caixetins.

Les caixes d'empalmar realitzen dos funcions molt importants dins de la instal·lació elèctrica. La primera serà la de facilitar la introducció dels conductors pels tubs que deriven de la caixa d'empalmar en qüestió, la segona és la de servir com a





allotjament dels diferents empalmes que es facin en aquell punt. (S'ha de recordar que està prohibit pel REBT realitzar empalmes per l'interior d'un tub).

Els caixetins seran els encarregats encabir en el seu interior els mecanismes com ara interruptors, creuaments, bases d'endoll, etc. que formaran part de l'instal·lació elèctrica, habitualment els caixetins s'encasten a la paret i fins a ells és on arriben els tubs que provenen de les caixes d'empalmar. També existeixen caixetins per a muntatge de superfície.

6.6.- Conductors elèctrics.

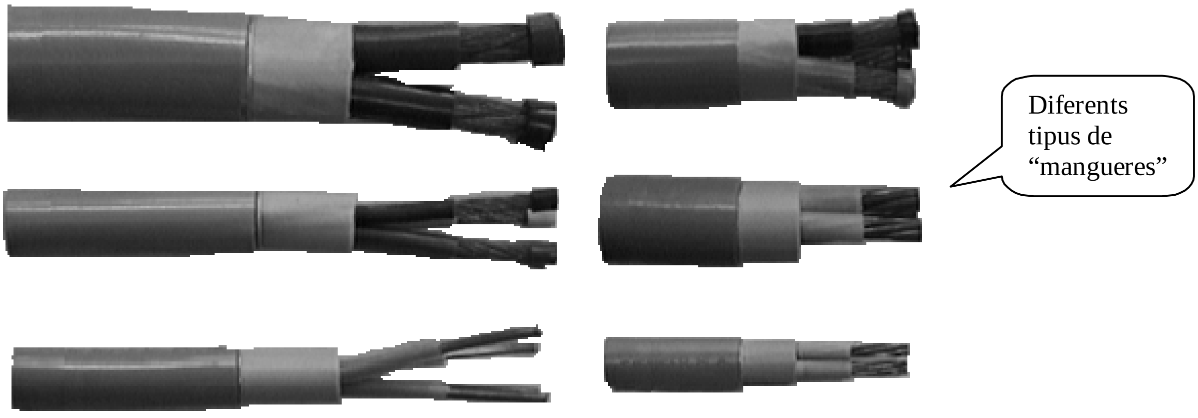
En les instal·lacions domèstiques, els conductors elèctrics són de coure aïllats amb una capa de plàstic de PVC del color apropiat capaç de suportar una tensió de com a mínim 750 v. Els conductors es desplacen per l'interior dels tubs fins a connectar als mecanismes i s'interconnecten entre ells dins de les caixes d'empalmar. Els conductors que se situen dins dels tubs solen ésser del tipus unipolar (és a dir que són un únic conductor). En alguns casos els cables que van per l'exterior dels tubs (p.e. el que

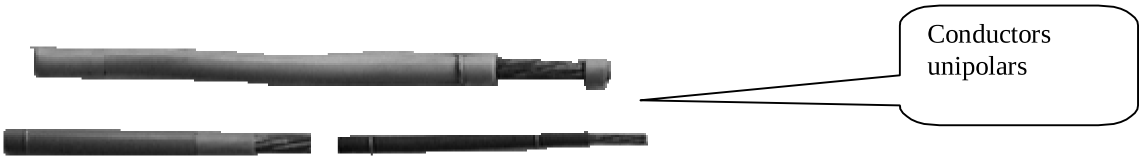
connecta un llum de peu, o bé connecta al televisor, etc.) sol constar de dos o més conductors, és a dir són del tipus multipolar (a aquests tipus també se'ls coneix amb el nom de 'manguera').

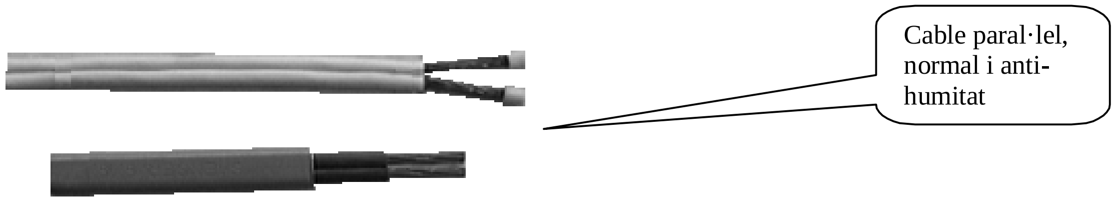
En les instal·lacions elèctriques els conductors tenen colors diferents, aquests colors venen normalitzats segons indica el REBT i són els següents amb les funcions que s'indiquen:

Color Negre	Fase
Color Marró	Fase
Color Gris	Fase
Color Blau	Neutre
Color Groc-Verd	Conductor de protecció de la Pressa de Terra.

En una instal·lació elèctrica ben realitzada no hem de trobar cap conductor amb un color i funció diferent de la indicada anteriorment.







6.7.- Càlcul de la secció dels conductors.

Els conductors es mesuren segons la secció de coure que han de tenir en mm^2 , aquesta secció dependrà de la càrrega elèctrica que hagin de suportar, és a dir, de la intensitat elèctrica que ha de circular a traves d'ells. **Per a calcular aquesta secció és fa elegint la secció més gran segons els càlculs o determinacions que és fan en dos mètodes diferents:**

El **primer mètode** consisteix en determinar la secció que correspondria per a evitar que la caiguda de tensió* (c.d.t.) en el cable sigui igual o menor que la que permet el REBT MIE 017 a l'apartat 2.1.2 en % per a les instal·lacions interiors (3% per llum i 5% per a altres usos) i és determina utilitzant la formula següent: $S = \dfrac{200 \cdot \rho \cdot \lambda \cdot I \cdot \cos\varphi}{V \ \cdot u\%}$ (mm^2)

de on:

ρ = coeficient de resistivitat ($\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$), 0'017 per al Cu i 0'028 per al Al.

l = longitud en mts.

I = Intensitat en A.

V = tensió de la línia en volts.

u%=caiguda de tensió màx. en % permesa pel REBT en la situació de treball de la línia.

Cos φ =factor de potencia de la càrrega. (Si és desconeix és pot estimar en 0'8)

El **segon mètode** consisteix en determinar la secció que correspondria per a evitar que l'escalfament del cable pugui autodestruir-lo i és fa utilitzant unes taules que ha aquest efecte podem trobar en el REBT MIE 017 en que s'indica la secció a partir de la màx. corrent admesa, tenint en compte la resta de conductors que hi pugui haver en el mateix conducte.

TAULA I – INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE, EN A, PER A CABLES AMB CONDUCTORS DE COURE, AÏLLATS AMB GOMA O AMB POLICLORUR DE VINIL. (Servei permanent) - Temperatura ambient = 40° C

Secció nominal mm² (5)	A L'AIRE O DIRECTAMENT ENCASTATS					TUB O CONDUCTOR (4)				
	UN SOL CABLE			DIVERSOS CABLES		UN SOL CABLE			DIVERSOS CABLES	
	1 Unipolar	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	2 Unipolars	3 Unipolars (3)	1 Unipolar (2)	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	2 Unipolars	3 Unipolars (3)
0,5	7,5	5,5	5	6	5,5	7	5	4,5	5,5	5
0,75	10	8	6,5	8,5	7	9	7	6	7,5	6,5
1	13	10,5	9,5	12	9	12	8,5	7,5	9,5	8,5
1,5	17	13	12	15	12	15	12	10	12	11
2,5	23	18	17	21	17	21	16	14	17	15
4	31	25	23	28	23	28	22	19	23	20
6	40	32	29	36	29	34	28	24	29	26
10	55	44	40	50	40	49	38	34	40	36
16	74	59	54	67	54	64	51	44	54	48
25	97	78	71	88	73	85	68	59	71	64
35	120	97	88	110	87	110	83	72	88	78
50	145	115	105	130	110	130	98	85	110	95
70	185	140	120	165	140	160	118	100	135	120
95	225	166	145	200	180	200	140	120	165	145
120	260	–	–	235	210	230	–	–	190	170
150	300	–	–	270	240	265	–	–	220	195

(1) Els mateixos valors s'apliquen als cables de quatre conductors constituïts per tres fases i neutre, o tres fases i protecció, i al de cinc conductors, constituïts per tres fases, neutre i protecció.
(2) Només aplicables per a corrent continu en qualsevol classe de tub, o per a corrent altern en tubs de material no ferromagnètic.
(3) Els mateixos valors s'apliquen a l'agrupament de quatre o cinc conductors per a subministraments trifàsics amb neutre i/o protecció.
(4) Vegeu apartat 2.1.4. «Factors de correcció».
(5) No totes les seccions nominals són de fabricació normal per a totes les composicions de cables en els dos tipus d'aïllament.

EXEMPLE: Tenim una línia elèctrica de coure de dos conductors unipolars situada dins d'un tub, de 80 mts de longitud, que alimenta una càrrega elèctrica que absorbeix una intensitat de 18 A. Si la tensió de la línia és de 220 v. i la màx. c.d.t. permesa és del 3%, determineu quan valdrà la secció normalitzada dels conductors.

-Solució:

-Determinem la secció segons la màxima c.d.t.* permesa:

$$S = \frac{200 \cdot \rho \cdot \lambda \cdot I \cdot \cos\varphi}{V \cdot u\%} = \frac{200 \cdot 0'017 \cdot 80 \cdot 18 \cdot 0'8}{220 \cdot 3} = 5'9\,mm^2$$

-Determinem la secció segons la màxima intensitat admissible per escalfament:

Per determinar aquest valor mirarem a la taula indicada prèviament i buscarem a la columna que correspongui, segons les dades de l'enunciat, en aquest cas la columna serà: TUB O CONDUCTOR, DIVERSOS CABLES, 2 UNIPOLARS, el valor corresponent immediatament superior a 18 A, en aquesta columna, és el de 23 A, seguint horitzontalment aquesta fila cap a la primera columna de l'esquerra, observem que la secció corresponent per aquest concepte és de 4 mm^2.

Finalment, un cop determinada la secció pel concepte de c.d.t. i per escalfament, elegim la més gran de les dos com a secció a utilitzar, en aquest exemple serà la secció de 5'9 mm^2 (aquest valor no és normalitzat i per tan no el trobarem al mercat, en aquest cas haurem d'agafar el valor immediatament superior. Els valors normalitzats els podem veure tots a la columna de l'esquerra de la taula utilitzada en el segon mètode per a determinar la secció segons l'escalfament del cable. Així doncs, la secció que correspondrà serà la de 6 mm^2).

Exercicis:

1.- Explica els avantatges i els inconvenients que tenim en les instal·lacions elèctriques de muntatge superficial o bé de muntatge encastat.

2.- Que signifiquen les sigles PVC?

3.- Indica les funcions corresponents a les caixes d'empalmar i als caixetins.

4.- Per un tub han de passar:

a)quatre conductors de PVC de 2'5 mm^2.

b)tres conductors de PVC de 10 mm^2.

c)dos conductors de goma de 35 mm^2.

Determina per a cada apartat a), b) i c) quan ha de valer el diàmetre interior del tub segons ens indica la taula de l'apartat 6.4.

5.- Esbrina a que fa referència el concepte de caiguda de tensió (c.d.t.) en el conductors elèctrics.

6.- Determina quines són les màximes caigudes de tensió (c.d.t.) en percentatge que permet el REBT per a les instal·lacions interiors.

7.- Indica quins són els valors de les seccions normalitzades que existeixen en els conductors que podem trobar en el mercat.

8.- Tenim una linia elèctrica de Cu de dos conductors unipolars situada dins d'un tub de 15 mts. de longitud, que alimenta una càrrega elèctrica que absorbeix una intensitat de 31 A. Si la tensió de la línia és de 220 v. i la màx. c.d.t. permesa és del 3%, determina quan valdrà la secció normalitzada dels conductors.

9.- Realitza l'esquema unifilar de la teva habitació. Efectua un dibuix en planta de la teva habitació, localitza i representa en ella la situació dels punts de llum, mecanismes de control i caixes d'empalmar, uneix els diferents elements amb una línia que representi el tub per on passen els conductors i senyalitza a sobre d'ella el nombre de conductors que consideres que hi passen.

UNITAT 7:

Sistemes de protecció de les instal·lacions elèctriques.

7.1.- Introducció.

La utilització de forma incontrolada de l'energia elèctrica pot ésser perillós tant per a les persones com per al propi medi en que s'aplica. Per sort, en les instal·lacions elèctriques, disposem de sistemes de seguretat molt eficaços que permeten gaudir del seu ús amb un risc mínim.

Quan es desconeix l'ús dels sistemes de seguretat o bé aquests no han estat revisats de forma periòdica, és possible que aquests sistemes quedin degradats i no realitzin adequadament la funció per la qual havien estat dissenyats; és en aquests casos en que es produeixen els accidents i poden originar les electrocucions de persones o bé provocar incendis per curt-circuits.

En aquesta unitat estudiarem els principals sistemes de seguretat elèctrica que s'usa en els habitatges. Els podem classificar en dos grans tipus: els que serveixen per a protegir a les persones contra els contactes directes i indirectes i els que serveixen per a protegir a la pròpia instal·lació elèctrica i els elements receptors que la composen.

7.2.- Sistemes de protecció per a les persones.

Els efectes del corrent elèctric circulant a través del cos de les persones poden arribar a provocar la mort si es dóna el cas que el corrent sigui d'un valor suficientment elevat i el temps de contacte prou gran.
En les situacions d'electrocució de persones, el corrent elèctric pot seguir dos camins representats pels casos següents:

- El primer és entrar per alguna part del cos (generalment per a les extremitats) des d'un conductor actiu i circular a través del cos fins a terra.
- El segon és entrar per alguna part del cos des d'un conductor actiu i circular a traves d'ell fins a alguna altra part del cos que estigui en contacte amb l'altre conductor actiu.

El primer cas és senzill de detectar pels sistemes de seguretat i per tan es desconnectarà la tensió automàticament, en canvi, el segon cas no es pot detectar pels sistemes de protecció convencionals i podria ésser que la tensió no es desconnectés. En els habitatges no existeix cap sistema de protecció per a aquesta segona situació, encara que és molt difícil que es produeixi, per que, generalment, les persones estem sempre tocant de peus a terra i per tan sempre hi ha una part del corrent elèctric que circula cap a terra i aquesta és la situació del primer cas, fàcilment detectable. Per a produir-se realment el segon cas, la persona que s'electrocuta hauria de estar situada a sobre de algun material aïllant, com p.e. la fusta, de manera que no hi hauria gens de corrent cap a terra.

El principal sistema de protecció contra els contactes directes dels elements actius de la instal·lació és l'aïllant en què s'envolten aquests elements, generalment de PVC o bé de baquelita*. Per exemple, en el cas dels interruptors, les persones manipulem sobre la superfície de plàstic, que a la vegada acciona les parts metàl·liques actives de l'interior de l'interruptor, evitant d'aquesta forma el contacte directe.

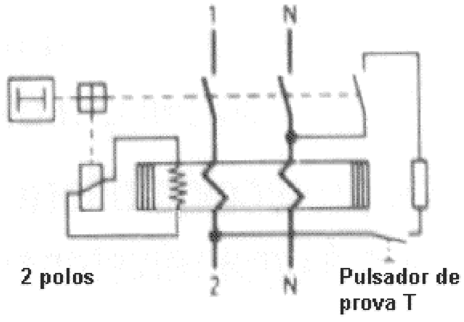
Tot i això, sempre pot existir el perill de tenir un contacte amb les parts actives. Hi han aparells receptors que tenen la seva carcassa externa formada per material metàl·lic, és el cas de la rentadora, rentaplats, assecadora, cuina elèctrica, etc. En aquests casos podria succeir que, per avaria del propi electrodomèstic, aquesta carcassa externa fes contacte amb algun element actiu de l'interior i per tant, qui toqués aquesta carcassa s'electrocutaria.

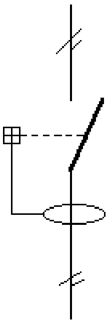
Partint de la base que per a evitar els contactes directes el millor es aïllar adequadament totes les parts actives de la instal·lació, hem de pensar que, en casos d'avaria, es pot fer inevitable aquest contacte directe o bé indirecte, provocant l'electrocució de l'usuari. Així doncs, serà necessari utilitzar alguns sistemes per a que, en cas de produir-se, es desconnecti el corrent elèctric de forma automàtica.

Els elements o sistemes que realitzen aquesta protecció són: el circuit de presa de terra (P.T.) i l'interruptor automàtic diferencial (Diferencial).

7.2.1.- L' Interruptor Automàtic Diferencial.

Aquest interruptor automàtic se sol situar habitualment al Quadre General de protecció interior de l'habitatge i se l'anomena de forma col·loquial **Diferencial**. Tenint en consideració que a través d'ell hi passen els dos conductors actius que alimenten la instal·lació, la funció del diferencial és comprovar constantment si el corrent que passa a través d'un dels conductors és igual al corrent que passa per l'altre conductor. En el cas que siguin diferents i la diferencia sigui igual o superior a un valor predeterminat en el diferencial (anomenat **sensibilitat**), aquest haurà de desconnectar la tensió en el circuit que està protegint.

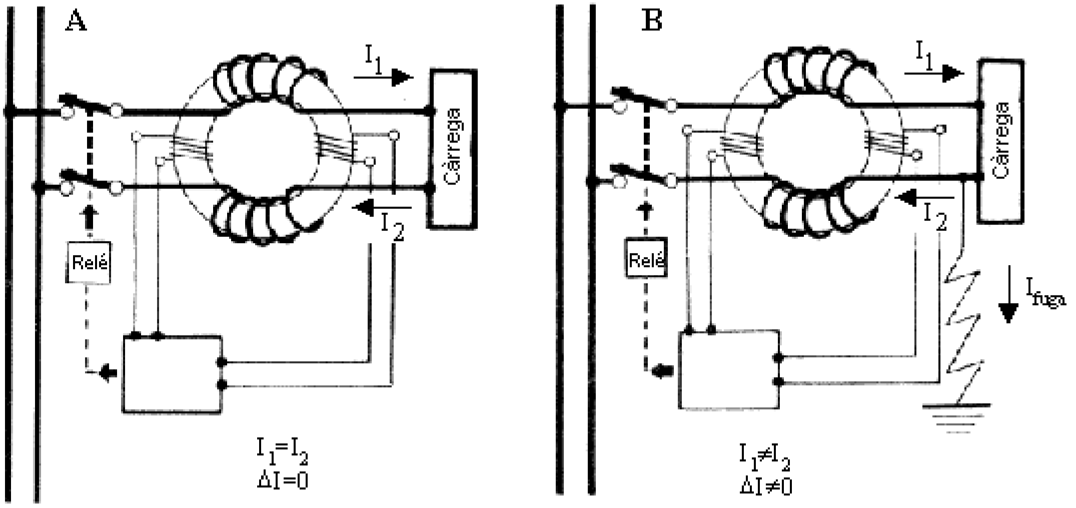




En condicions normals de funcionament d'una instal·lació elèctrica, el corrent que circula per un dels conductors és igual al corrent que circula per l'altre conductor. Quan es produeix una avaria o bé un contacte directe o indirecte amb alguna persona o carcassa metàl·lica, generalment part del corrent que ve per un dels conductors deriva cap a terra i per tant no circularà per l'altre conductor, provocant, així, l'existència

d'una diferència de corrents que ha de detectar el diferencial, desconnectant el circuit. D'aquesta forma el diferencial ha actuat com a element de protecció desconnectant el circuit quan s'ha produït una electrocució.

En el següent esquema veiem el diferencial en el cas en que el circuit funcioni sense haver-hi cap fuga (figura A), o bé, en el cas que hi hagi una fuga de corrent a terra (figura B):



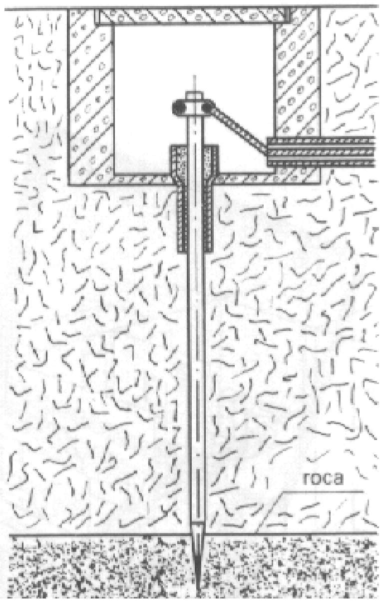
El diferencial té dos valors característics importants, que són el **corrent nominal** I_N i la **Sensibilitat**. La I_N ens indica quina és la màxima corrent en A que pot circular per un dels conductors que l'atravessent sense que es produeixi un mal funcionament o una avaria de l'aparell, els valors típics que es pot trobar en els diferencials usats en habitatges solen ésser: 25 A, 40 A, i en alguns casos 63 A. La **sensibilitat** d'un diferencial ens indica quina és la diferència de corrents entre els dos conductors a partir de la qual es garanteix que es desconnectarà, per tant la sensibilitat ens indica quin pot ésser el màxim valor del corrent que podrà circular a traves d'una persona quan aquesta s'està electrocutant. En els habitatges, la sensibilitat del diferencial ha d'ésser de 30 mA (0'030 A), en aplicacions industrials, podrem trobar diferencials amb sensibilitats de 300 mA i fins i tot 500 mA.

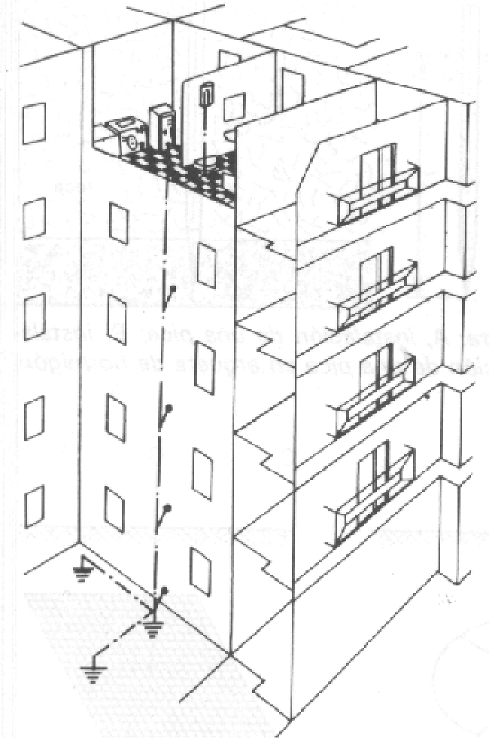
Els diferencials disposen d'un polsador de prova, la seva funció és originar una falsa fuga de corrent i provocar la desconnexió del diferencial, el seu objectiu és per que sigui utilitzat periòdicament per part de l'usuari de la instal·lació i verificar d'aquesta forma el correcte funcionament de l'aparell. En el cas que en alguna ocasió no funcionés la prova, seria necessari substituir el diferencial per avaria.

Com es pot deduir, el diferencial per si mateix ja és un bon element de seguretat, doncs, no permetrà que el corrent que passa a traves d'una persona superi els 30 mA mentre s'està electrocutant (s'ha comprovat que fins a aquest valor, els efectes del corrent elèctric en les persones no són mortals), tot i això, no evita del tot el que una persona s'electrocuti. Per a aconseguir un nivell de seguretat per a les persones encara més efectiu, és necessari combinar la protecció que ens dóna el diferencial amb el circuit de presa de terra (P.T.) de la instal·lació que estudiarem a continuació.

7.2.2.- El circuit de Presa de Terra (P.T.)

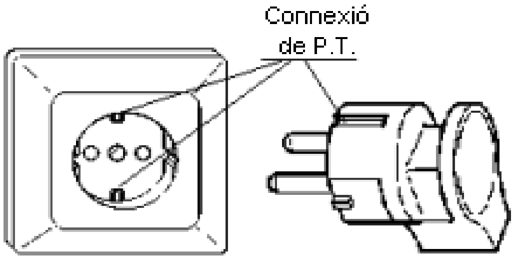
El circuit de Presa de Terra (abreviat habitualment amb P.T.) esta obligat a instal·lar-se en totes les instal·lacions elèctriques segons prescriu el REBT a les ITC 021 i 039. Aquest circuit consisteix en un conductor que interconnecta entre si totes les parts metàl·liques dels receptors elèctrics utilitzats en la instal·lació elèctrica i al mateix temps també es connecta a un o varis elèctrodes de coure enterrats en el terra del subsòl de l'edifici. D'aquesta forma es garanteix que les parts metàl·liques dels receptors queden totes elles al potencial elèctric del terra. El conductor elèctric que realitzarà la funció de connexió a terra s'identificarà sempre amb el doble color groc-verd.



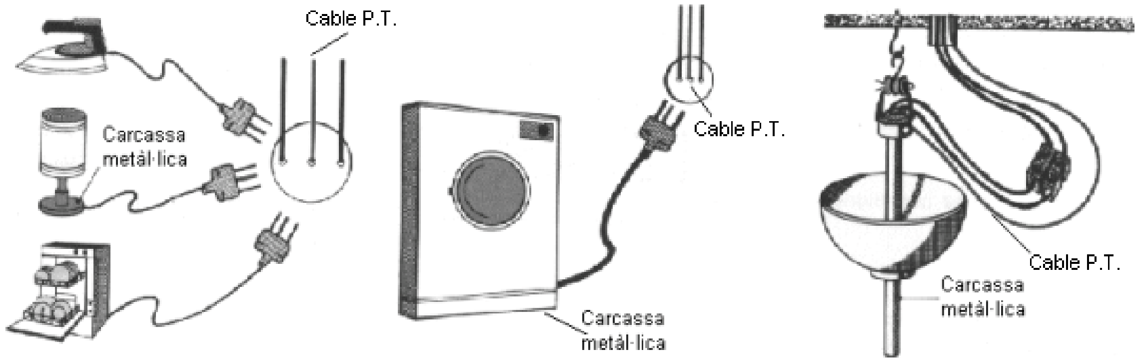


En els gràfics anteriors podem veure com és la piqueta (elèctrode) de P.T. clavada en el terra de l'edifici. A la dreta veiem com es distribueix per tots els habitatges el conductor de P.T. que procedeix de tres piquetes (elèctrodes) clavades en el subsòl de l'edifici.

El conductor de P.T. es reparteix a través de totes les canalitzacions elèctriques de l'habitatge i va a connectar directament a les diferents carcasses metàl·liques que es troben en els propis receptors elèctrics. Quan el receptor forma part inamovible de la instal·lació aquesta connexió és directa (com en el cas dels llums que van penjats del sostre), en canvi, si el receptor va connectat a través d'un endoll, la connexió del cable de P.T. s'efectua tal com es pot veure a la figura de la dreta.



Així, doncs, totes les parts metàl·liques d'una instal·lació elèctrica estan connectades a terra a traves de la instal·lació de P.T. de forma directa (receptors fixes) o a través del propi endoll (receptors mòbils).



Al tenir les parts metàl·liques connectades a terra, si es produeix una avaria en un receptor, de forma que un conductor actiu toqui la part metàl·lica de la carcassa d'un electrodomèstic, circularà un corrent de fuga cap a terra que serà detectat d'immediat pel propi diferencial, desconnectant la tensió en la instal·lació. En aquest cas no serà necessari que ningú s'electrocuti prèviament per provocar la desconnexió del diferencial. D'aquesta forma hem aconseguit un nivell de protecció per a les persones molt més gran que el que teníem solament amb l'ús del diferencial.

7.3.- Protecció dels circuits i receptors.

Protegir els circuits i els receptors de l'interior de l'habitatge és tan important com protegir a les persones, per què una avaria pot provocar la destrucció de part o tota la instal·lació i/o pot originar incendis en l'edifici amb el conseqüent cost econòmic i perill d'afectar físicament a les persones. Les principals causes d'avaria en les instal·lacions elèctriques són les originades pels **curt-circuits** i les per les **sobrecàrregues**. Per a protegir l'instal·lació contra aquestes circumstancies tenim els **fusibles** i el **magnetotèrmic**.

7.3.1.- Concepte de curt-circuit.

Entendrem per a curt-circuit la situació en la que s'uneixen directament els dos conductors actius de la línia elèctrica, de forma accidental o per manipulació incorrecta de la instal·lació. En aquest cas, en que no existeix cap receptor elèctric entre els dos conductors, no hi ha cap resistència que limiti el valor del corrent (I), o sigui, que la resistència val ≈0Ω (en realitat no val 0 per què sempre queda la pròpia resistència del cable). En aquesta situació, segons la Llei d'Ohm, la intensitat tendeix a tenir un valor infinit: $I = \frac{V}{R} = \frac{220}{\approx 0} \approx \infty$, realment, la intensitat no arribarà mai a valer ∞, per que a partir d'un determinat valor de corrent és cremarà la instal·lació fonent-se els conductors i els altres materials que hi pugui haver al seu entorn, provocant un incendi.

La principal forma d'evitar els curt-circuits consisteix en tenir els dos conductors actius i totes les parts elèctriques que estan en el seu potencial ben aïllades entre si. Tot i això, cap la possibilitat que aquests dos conductors es puguin unir com a conseqüència d'una avaria o bé una negligència en l'ús de la instal·lació elèctrica.

La situació de curt-circuit evoluciona de forma molt ràpida (dècimes de segon) i en molt poc temps pot provocar situacions catastròfiques, a no ser que existeixi un bon sistema de seguretat per a evitar-ho a temps.

7.3.2.- Concepte de sobrecàrrega.

Una altra situació anòmala en la instal·lació elèctrica és la sobrecàrrega. Quan es realitza una instal·lació, aquesta es fa segons uns càlculs realitzats prèviament pel projectista, i es determina quina és la màxima potencia que pot suportar cadascuna de les diferents parts de la instal·lació; com a conseqüència, això vol dir que cada conductor i element elèctric admetrà una intensitat màxima. Si se supera aquesta intensitat màxima durant un temps prou perllongat (sense que és produeixi la situació de curt-circuit), pot passar que hi hagi un sobreescalfament de conductors i elements provocant la seva destrucció i possibilitat d'incendi.

Habitualment, les sobrecàrregues en l'habitatge se solen produir quan es connecten molts aparells elèctrics en el mateix endoll, sol·licitant una potència superior a la que pot subministrar i per tan el corrent que circularà serà superior al que ell pot aguantar, això pot provocar l'escalfament excessiu de l'endoll i dels conductors a que es connecta.

També sol ésser causa de sobrecàrrega, la connexió a un endoll d'un receptor elèctric que absorbeix un corrent elèctric superior al màxim permès per l'endoll i els conductors. En aquests casos, l'escalfor pot fondre el plàstic que fa la funció d'aïllant i unir-se els dos conductors actius provocant un curt-circuit.

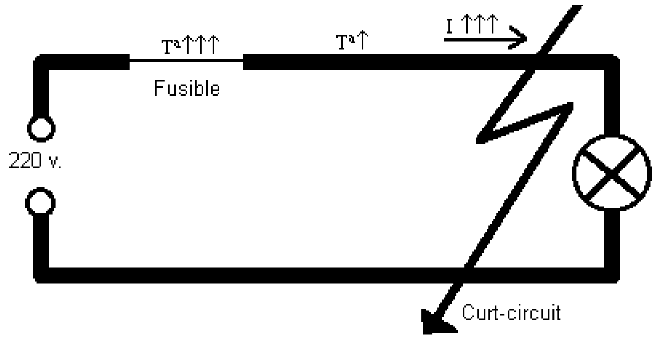
La situació de sobrecàrrega evoluciona de forma relativament lenta, és a dir, que l'increment de temperatura que origina, de vegades, no s'observa fins al cap de uns quants segons o fins i tot d'uns quants minuts. En algunes ocasions no es nota el seu efecte fins al cap d'unes hores. Això vol dir que hi ha d'haver algun sistema de seguretat que ens previngui sobre aquesta situació abans de que es produeixi alguna avaria desconnectant la tensió de la línia elèctrica.

7.3.3.- El fusible.

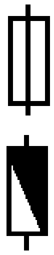
Els fusibles són uns elements de seguretat que tenen la funció d'interrompre el circuit quan es produeix una situació de sobrecàrrega o be de curt-circuit. De forma col·loquial, també se'ls sol anomenar "*ploms*" per què antigament estaven formats per conductors de plom. Actualment els fusibles són calibrats i realitzats amb conductor de coure.

Consisteixen en un tros de cable de coure d'una secció molt petita respecte a la secció de la línia elèctrica en que estan situats. Quan hi ha un curt-circuit s'incrementa fortament el corrent, la temperatura a que estarà el fusible augmentarà molt més de pressa (per que te molta menys secció i per tan resistència més alta) que la temperatura dels conductors que és vol protegir. Per tan es fondrà molt més aviat el coure del fusible que la dels altres conductors, al fondre's el fusible el circuit queda obert i per tan desapareix la situació de curt-circuit.

En el cas de les sobrecàrregues, la situació és similar, amb la diferencia de que la fusió es produeix al cap d'un temps relativament llarg en funció del valor de la sobrecàrrega.



En alguns llocs, els fusibles se substitueixen per trossos de cable, això no és recomanable fer-ho per què en aquests casos no es pot saber quin serà el corrent màxim al qual es fondrà. Es recomanable utilitzar sempre els fusibles calibrats, aquests solen estar recoberts exteriorment amb vidre o porcellana i sempre porten indicat en el seu exterior el màxim corrent permès, a partir del qual es fondran. En la imatge lateral podem veure alguns fusibles calibrats usats habitualment en receptors elèctrics d'ús domèstic i els símbols habituals per a representar-los.

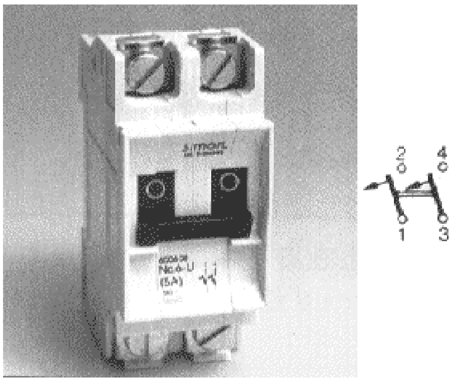


En l'habitatge trobarem els fusibles situats en els endolls o bé en els propis receptors elèctrics que hi connectem. Sempre que se'ns fongui un fusible l'hem de substituir per un altre del mateix valor, per que si el fiquem més petit es possible que es torni a fondre i si el fiquem més gran ja no realitzarà adequadament la funció de protecció que tenia encomanada.

Un dels inconvenients que tenen els fusibles és que quan es fonen s'han de substituir per un altre que es pot comprar a la botiga, però en cap cas podem tornar a utilitzar el mateix per que es destrueix al realitzar la seva funció, això vol dir que si un fusible es fon molt sovint hem de tenir molts recanvis disponibles. Per solucionar aquest inconvenient existeix un element que realitza exactament la mateixa funció, però quan es produeix una situació de curt-circuit o bé sobrecàrrega no és necessari canviar-lo per què es pot tornar a reutilitzar simplement tornant-lo a activar, és l'element que s'anomena magnetotèrmic.

7.3.4.- L'Interruptor Automàtic Magnetotèrmic.

A aquest element se l'anomena col·loquialment com a magnetotèrmic. La seva funció és desconnectar el circuit que protegeix quan detecta una situació de curt-circuit



o bé de sobrecarrega, quan s'ha desconnectat automàticament és pot tornar a activar simplement accionant la palanca de connexió (si és que ha desaparegut la causa que l'ha fet desconnectar). És a dir, fa la mateixa funció que el fusible, però, no fa falta canviar-lo quan és desconnecta.

En la figura lateral podem veure un magnetotèrmic amb el símbol elèctric que el representa. En un habitatge trobarem els magnetotermics situats a la caixa de proteccions interior que se sol trobar situada a l'entrada de l'habitatge. En funció de la posició en que s'hagi connectat el magnetotèrmic en el circuit aquest farà la funció de ICP o bé de PIA tal com s'ha estudiat a l'apartat 5.7 corresponent al Quadre General de protecció interior de l'abonat.

Tal com indica el seu nom, el magnetotèrmic ens proporciona dos tipus de protecció: la protecció magnètica (eficaç en el cas dels curt-circuits) i la protecció tèrmica (eficaç en el cas de les sobrecàrregues).

- **Protecció magnètica:**

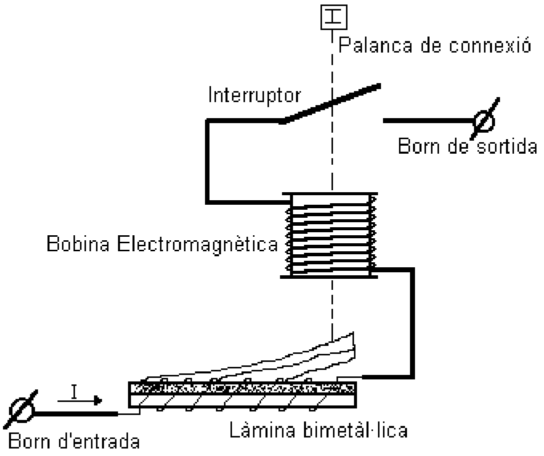
La protecció magnètica la realitza mitjançant una bobina* que forma un electroimant, en condicions de funcionament normal aquest electroimant no té força suficient per a desconnectar el circuit, en canvi, quan es produeix un curt-circuit (és a dir, el corrent tendeix bruscament a valors molt elevats) l'electroimant tindrà la força suficient per a desconnectar l'interruptor.

- **Protecció tèrmica:**

La protecció tèrmica es produeix gràcies al funcionament d'un bimetall, aquest, a l'escalfar-se excessivament, com a conseqüència d'una sobrecàrrega, es deforma accionant la desconnexió de l'interruptor.

Un bimetall és una làmina metàl·lica formada per la unió solidaria de dos metalls amb uns coeficients de dilatació molt diferents. En escalfar-se aquesta làmina es deforma com a conseqüència de la diferència de coeficients de dilatació.

El següent esquema representa les diferents parts que composen el circuit elèctric d'un magnetotèrmic:



Podem veure en aquest esquema el camí que segueix el corrent I, primer passa envoltant la làmina bimetàl·lica, de tal forma que el calor produït pel corrent escalfa aquesta làmina, si l'escalfor és el suficientment elevat com a conseqüència d'una sobrecàrrega, la deformació serà tal que actuarà desconnectant l'interruptor, en condicions normals, la deformació és mínima i no actua sobre l'interruptor. A continuació, el corrent I passa a través de la bobina* electromagnètica, si el corrent és normal, la bobina no desconnecta l'interruptor, en canvi si és produeix un curt-circuit, és a dir la I augmenta ràpidament a valors elevats i perillosos, la bobina crearà un camp magnètic prou gran com per poder desconnectar l'interruptor, finalment la I passa pel propi interruptor i surt a través del born* de sortida cap al circuit que protegeix aquest magnetotèrmic. També disposem d'una palanca de connexió externa a l'aparell que servirà per connectar o desconnectar el magnetotèrmic de forma manual a voluntat de l'usuari.

Les característiques més importants que defineixen a un magnetotèrmic són les següents:

- La intensitat nominal I_N (generalment 5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30 A, 35 A, etc.)
- El nombre de pols: monopolar, bipolar*, tripolar i tetrapolar.

En els habitatges és habitual utilitzar els magnetotèrmics bipolars*.

Exercicis:

1.- Indica a continuació la Intensitat nominal I_N i la sensibilitat del Diferencial que hi ha a casa teva.

2.- Explica que entens per curt-circuit i quins efectes produeix.

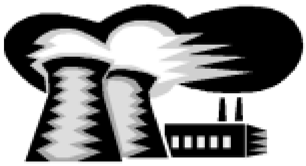
3.- Quina funció realitza el diferencial.

4.- A quins llocs es connecta el conductor de P.T.?

5.- Efectua una comparació d'avantatges i inconvenients entre els fusibles i els magnetotèrmics.

6.- Indica quins són els dos casos que podem trobar d'electrocució d'una persona i determina quin d'ells pot ser detectable i quin no.

7.- De quin material són els aïllants utilitzats de forma general per protegir contra contactes directes i indirectes amb els elements actius d'una instal·lació elèctrica?



UNITAT 8:

POTENCIA, ENERGIA I COST DE L'ELECTRICITAT

8.1.-Introducció

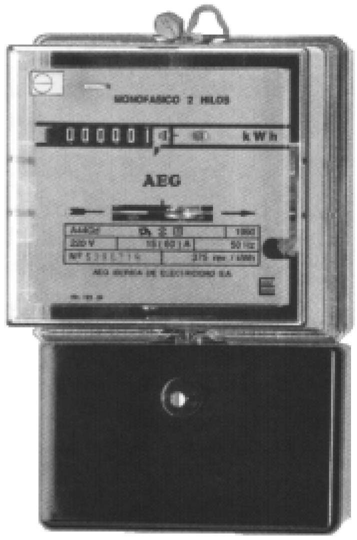
Sempre que tinguem algun receptor elèctric connectat estem absorbint energia elèctrica, aquesta energia s'ha generat en les pròpies centrals elèctriques i s'ha transportat fins els punts de consum. De fet no esta ben dit el terme "generació d'energia", per que l'energia ni es crea ni es destrueix, sinó que es transforma. Realment a les centrals elèctriques es produeix una transformació d'energia primària (hidràulica, mecànica, tèrmica, etc.) en energia elèctrica i en els receptors elèctrics es torna a efectuar una altra operació similar però inversa: transformen energia elèctrica en energia lluminosa, tèrmica, mecànica, etc.

8.2.- Energia i potencia elèctrica.

Energia:

El símbol de l'energia és E. La quantitat d'energia elèctrica transformada es mesura en vats per hora (w·h) o en el múltiple habitual que és el kilovat per hora (Kw·h) (1.000 w·h = 1Kw·h), per tan, com més temps funcioni un receptor elèctric més quantitat de energia elèctrica consumirà (transformarà) i també, al mateix temps, com més temps estigui funcionant un generador elèctric més quantitat d'energia elèctrica generarà (transformarà).

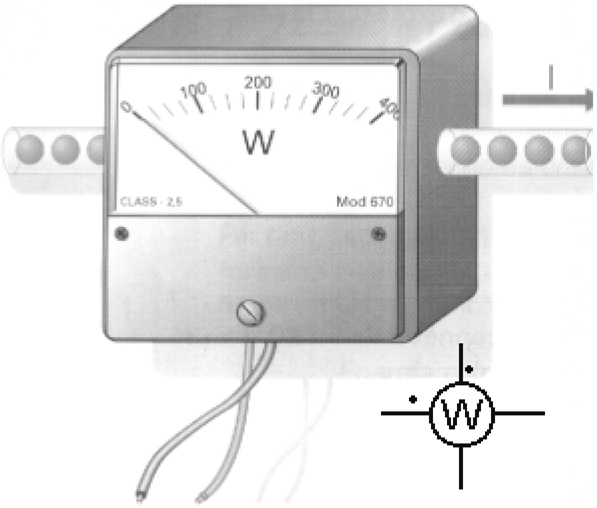
Per a mesurar l'energia consumida en un habitatge s'utilitza un aparell anomenat comptador elèctric que compta els Kw·h consumits, aquest aparell porta un comptador-integrador mecànic que acumula el consum constantment sense tenir possibilitats de descomptar o comptar enrera. Per tant, en aquest aparell es pot veure tota la energia elèctrica (en Kw·h) que ha consumit un habitatge des de que va ser instal·lat aquest comptador.



En els comptadors també hi podem veure un disc metàl·lic que està girant i porta una marca de pintura per a poder comptar les voltes que fa; com més de presa giri aquest disc indicarà que s'està consumit més energia elèctrica (és a dir, tenim més receptors elèctrics connectats i funcionant). Si comptem les voltes d'aquest disc per unitat de temps i utilitzant la constant de comptador indicada a la caràtula del comptador es poden efectuar càlculs sobre l'energia que es consumeix i la potencia actuals.

Potència:

El terme potència referit a qualsevol aparell receptor o generador elèctric fa referència a la capacitat que te aquest aparell per a poder realitzar transformacions d'energia elèctrica a qualsevol altre tipus d'energia, o bé a l'inrevés, per unitat de temps. La potència té com a símbol la P i es mesura en vats (W), kilovats (Kw) o megavats (MW). Per a mesurar la potència es pot utilitzar un aparell anomenat vatímetre que podem veure a la figura lateral. El valor de potència sempre fa referència a l'energia que es pot transformar en la unitat de temps (en aplicacions tecnològiques, la unitat de temps habitual és 1 hora).



El valor de la potència és molt utilitzat per a definir les característiques dels receptor elèctrics, així doncs, és habitual que les bombetes les definim segons la seva tensió (gairebé sempre 220v) i per la seva potencia (25w, 40 w, 60 w, 100 w, 150 w, 200 w, etc.)

La relació que tenim entre la potència i l'energia serà la següent:

$$P = \frac{E}{t}; \qquad E = P \cdot t; \qquad t = \frac{E}{P}$$

EXEMPLE 1: Una bombeta de 60 w ha estat funcionant durant 3 hores, quan val l'energia absorbida en kw·h?

$$E = P \cdot t = 60 \cdot 3 = 180 \text{ w·h} = 0'18 \text{ kw·h}$$

EXEMPLE 2: Un comptador marca 12.330 kwh i al cap de 24 h marca 12.720 kwh, quan val la potència dels receptors elèctrics connectats?

Energia absorbida en 24 h: 12.720 – 12.330 = 390 kwh = 390.000 wh

$$P = \frac{E}{t} = \frac{390.000}{24} = 16.250 \text{ w}$$

La potència elèctrica també es pot determinar a partir dels valors de tensió i intensitat que pugui haver en un circuit elèctric. L'equació que ho relaciona és:

$$P = V \cdot I; \qquad V = \frac{P}{I}; \qquad I = \frac{P}{V}$$

EXEMPLE 3: Una estufa elèctrica té una potencia de 2.000 w, si la connectem a 220v, calcula quan valdrà la intensitat:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2.000}{220} = 9'1\,A$$

EXEMPLE 4: Tenim una bombeta connectada a 220 v, i amb el polimetre connectat per a mesurar intensitat mesurem un valor de 0’27 A. Calcula la potencia de la bombeta.

$$P = V \cdot I = 220 \cdot 0'27 = 59'4 \text{ w}$$

Anteriorment hem dit que per a mesurar la potència s’utilitza el vatímetre, les mesures d’aquest aparell no estan implementades en el polímetre, això vol dir que amb un polímetre convencional no podem efectuar mesures de potencia de forma directa, però en canvi, si que podem efectuar mesures de forma indirecta. Utilitzant la formula estudiada anteriorment P = VxI, es pot deduir que per a mesurar potències ho podem fer mesurant per separat la V i la I amb un polímetre i desprès multiplicar-les per a obtenir la potència P.

8.3.- Consum, cost i facturació de l’energia elèctrica.

L’energia no és gratuïta, per a poder obtenir l’energia de la forma que a nosaltres ens vagi bé és necessari invertir uns recursos, això vol dir que l’usuari final que gaudirà de l’energia en forma d’electricitat haurà de pagar en funció de la disponibilitat que tingui d’aquesta energia i del consum realment efectuat. Això es tradueix en que cada abonat a una companyia elèctrica pagarà una factura amb una periodicitat aproximada de dos mesos. En aquesta factura es detallen un seguit de conceptes que analitzarem a partir d’ara.

Actualment l’electricitat es paga segons dos conceptes: el terme de potencia i el terme d’energia.

El **terme de potència** és un valor constant que es paga en funció de la potencia contractada en Kw i mes, és un import fix i es pagarà sempre encara que un usuari no hagi consumit gens d’electricitat durant el període a que faci referència la factura.

El **terme d’energia** és el valor que correspongui en funció del numero de kwh consumits durant el període corresponent a un preu per kwh determinat.

En la imatge de la pàgina següent podem veure una còpia d’una factura que analitzarem detalladament a continuació:

Els primers apartats fan referència a l’identificació de l’empresa subministradora i del titular, l’adreça, la data de la factura, etc. Entre tots ells cal observar el que ens indica el valor de la potencia contractada, en aquest cas es 5’5 kw, aquesta potencia contractada és la que figura en el contracte de subministrament i esta limitada per l’ ICP que tingui la instal·lació (en aquest cas, si la tensió és de 220v, el valor de l’ICP serà d’una intensitat igual a I=P/V=5500/220=25 A -segons s’explica en l’apartat 5.7-).

En l’apartat Lectures i Consums ens indica els valors a facturar per als dos conceptes de Potencia i Energia, per potencia ens diu que el valor ha considerar és 5’5 kw (el de la potencia contractada) i per a energia ens diu les dates en que es va efectuar les lectures del comptador i el valor llegit, la diferencia entre aquestes dues dates serà el consum, en aquest cas: 882 kwh.

En l'apartat Càlcul de la Factura es calculen els costos, en aquest cas n'hi ha tres: a)el primer és el de potencia, el preu del kw contractat és de 279 pta/kw i per cada mes, la periodicitat d'aquestes factures és cada dos mesos per tant es multiplica els 5'5kw contractats x 279 pta/kw x 2 mesos. b) el segon és el corresponent a l'energia, en aquest cas, el preu del Kwh és de 15'84 pta. per tant multipliquem els 882 kwh consumits en aquest període de temps per 15'84. c) a l'apartat equips de mesura s'indica el cost del lloguer del comptador (el comptador pot ser de propietat o bé llogat a la pròpia companyia, com és en aquest cas), el lloguer val 85 pta. cada mes.

FECSA
Av. Paral·lel, 51 - 08004 Barcelona
NIF: [illegible]

Per a qualsevol gestió faci referència a aquestes dades

Número de Pòlissa	Import de Factura
[redacted]	19.964 PTA
Número de Factura	**Data de Factura**
[redacted]	18-12-97

DADES CONTRACTUALS

Nom del titular	NIF	CNAE
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Adreça del subministrament		Codi postal
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Tarifa	Preus	Potència contractada	Discriminació horària	Número comptador
20	BOE del 28-12-96	5,5 kW		[redacted]

Domiciliació bancària
[redacted]

Entitat	Oficina	CTL	Número de compte
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Tel. Client	Tel. Avaries	Tel. Lectures
900 - 73 73 73	900 - 74 74 74	900 - 76 76 76

[redacted]

L'import d'aquesta factura li serà carregat en el seu compte a partir del dia 18-12-97.
El seu pagament es justifica amb el corresponent apunt bancari.

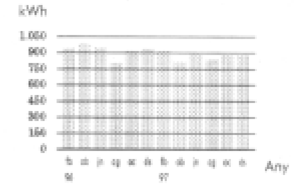
FACTURA

LECTURES I CONSUMS

POTÈNCIA A facturar: 5,5 kW

ENERGIA	Lectura estimada 17 - oct. - 97	Lectura real 18 - des. - 97	Consum a facturar
kWh	44.697	45.579	882

HISTORIAL DEL CONSUM



El seu consum mitjà de les darreres 12 facturacions ha estat de 14 kWh/dia, amb un cost de 336 PTA/dia.

CÀLCUL DE LA FACTURA

(1) FACTURACIÓ DE LA POTÈNCIA	5,5 kW x 2 mesos x 279 PTA/kW i mes	3.069
(2) FACTURACIÓ DE L'ENERGIA	882 kWh x 15,84 PTA/kWh	13.971
(3) COMPLEMENTS		
(4) EQUIPS DE MESURA	Conservació: 85 PTA/mes x 2 mesos	170
(5) ALTRES CONCEPTES		
IVA	BASE IMPOSABLE [(1) + (2) + (3) + (4) + (5)] = 17.210 — 16% de 17.210	2.754
	TOTAL FACTURA EN PESSETES	19.964

Desglossament del cost (1) + (2) + (3) segons BOE 28-12-96: 91,596% de cost del servei elèctric, 3,54% de moratòria nuclear i 4,864% de mineria del carbó.

INFORMI'S DEL PLA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Si vol estalviar energia, ara pot equipar la seva llar amb calefacció, frigorífic o enllumenat eficient amb importants bonificacions.

Fins al 31 de desembre pot acollir-se al Pla d'Eficiència Energètica, amb la col·laboració del Ministeri d'Indústria i Energia.
Informi's al telèfon de FECSA 902 23 32 32. Ofertes limitades.

Finalment en el mateix apartat de Càlcul de la Factura es determina el valor corresponent al 16% d'IVA, sumats tots els conceptes indicats dona un cost pel consum d'energia elèctrica corresponent al període 17-10-97 al 18-12-97 de 19.964 pta.

Al mateix temps, junt amb la factura es donen altres informacions complementaries per a l'usuari, com per exemple, el promig de consum diari amb pessetes dels dos últims anys, o informació del desglossament del cost o bé informacions sobre formes d'estalvi d'energia, etc.

EXEMPLE 5: En un habitatge hi ha contractada una potencia elèctrica de 4'4 Kw, el dia 15-8-97 el comptador indica un valor de 11.420 kwh i el dia 14-10-97 indica un valor de 11.812 kwh. Els comptadors són propietat del titular. Calcula el valor de la factura d'electricitat per aquest període si els preus són els següents:

Potencia contractada: 279 pta/kw i mes
Energia consumida: 15'84 pta/kwh
IVA: 16%

Solució:

Cost potencia:	4'4kw x 279pta/kw·mes x 2mesos=	2.455 pta.
Energia consumida:	11.812kwh-11.420kwh = 392 kwh	
Cost energia:	392kwh x 15'84pta/kwh =	6.209 pta.
IVA	(16% sobre (6.209+2.455))=	1.386 pta.
	Total factura:	10.050 pta.

<u>Exercicis:</u>

1.- Explica que entens per potencia elèctrica.

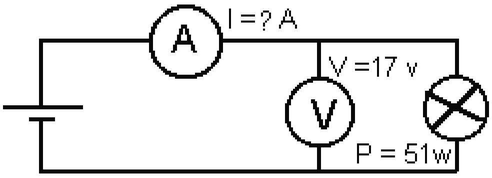
2.- Quan valdrà l'energia elèctrica absorbida per una planxa elèctrica de 1.200 w durant una setmana, si funciona durant 2 hores diàries tots els dies laborables.

3.- a)Dibuixa les dades que es poden llegir a la caràtula del comptador d'electricitat de casa teva.
b)Efectua dues lectures de la indicació del comptador, l'una avui i l'altra demà a la mateixa hora i anota els valors obtinguts. La diferencia entre totes dues és el consum en un dia.
c)A partir de les dades de l'apartat b), i sabent que el temps transcorregut ha estat de 24 h, determina el valor promig de la potencia.

4.- En un comptador d'electricitat, hem mesurat que el consum d'electricitat d'una estufa elèctrica de 1.500 w ha estat de 10'5 kwh. Calcula quan temps haurà estat connectada aquesta estufa.

5.- Utilitzant una pila i una bombeta, calcula la potencia elèctrica de la bombeta utilitzant com a únic element de mesura el polímetre.

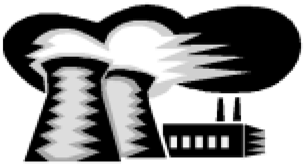
6.- En el següent circuit determina quan valdrà la I.



7.- El forn elèctric d'un habitatge és de 3.500 w, si esta connectat a 220v. Calcula quan valdrà la intensitat que s'absorbirà.

8.- Un habitatge té una potencia contractada de 7'7kw, el dia 15-6-97 el comptador marcava 73.200 kwh i el dia 14-8-97 marcava 73.830 kwh. Calcula quan valdrà l'import de la factura d'energia elèctrica si els preus són els següents:

Potencia contractada: 279 pta/kw i mes
Energia consumida: 15'84 pta/kwh
Alquiler equips de mesura: 85 pta/mes
IVA: 16%

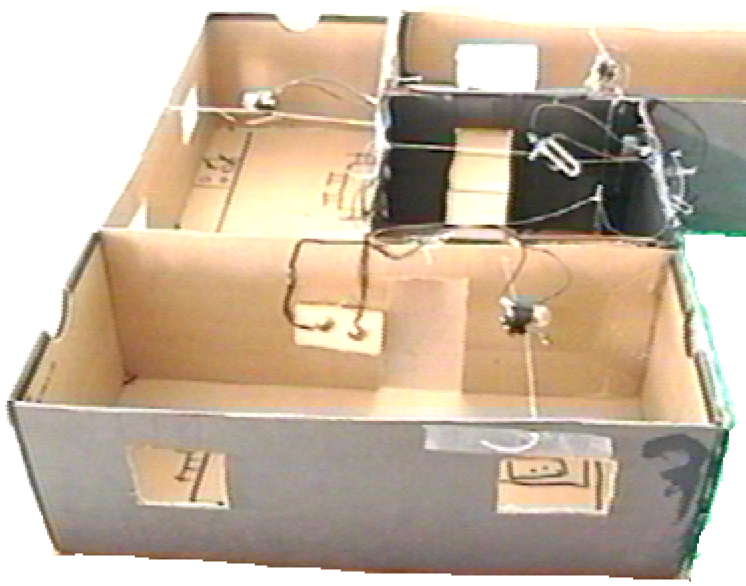


UNITAT 9:

EXERCICI DE SÍNTESI

9.1.-Introducció

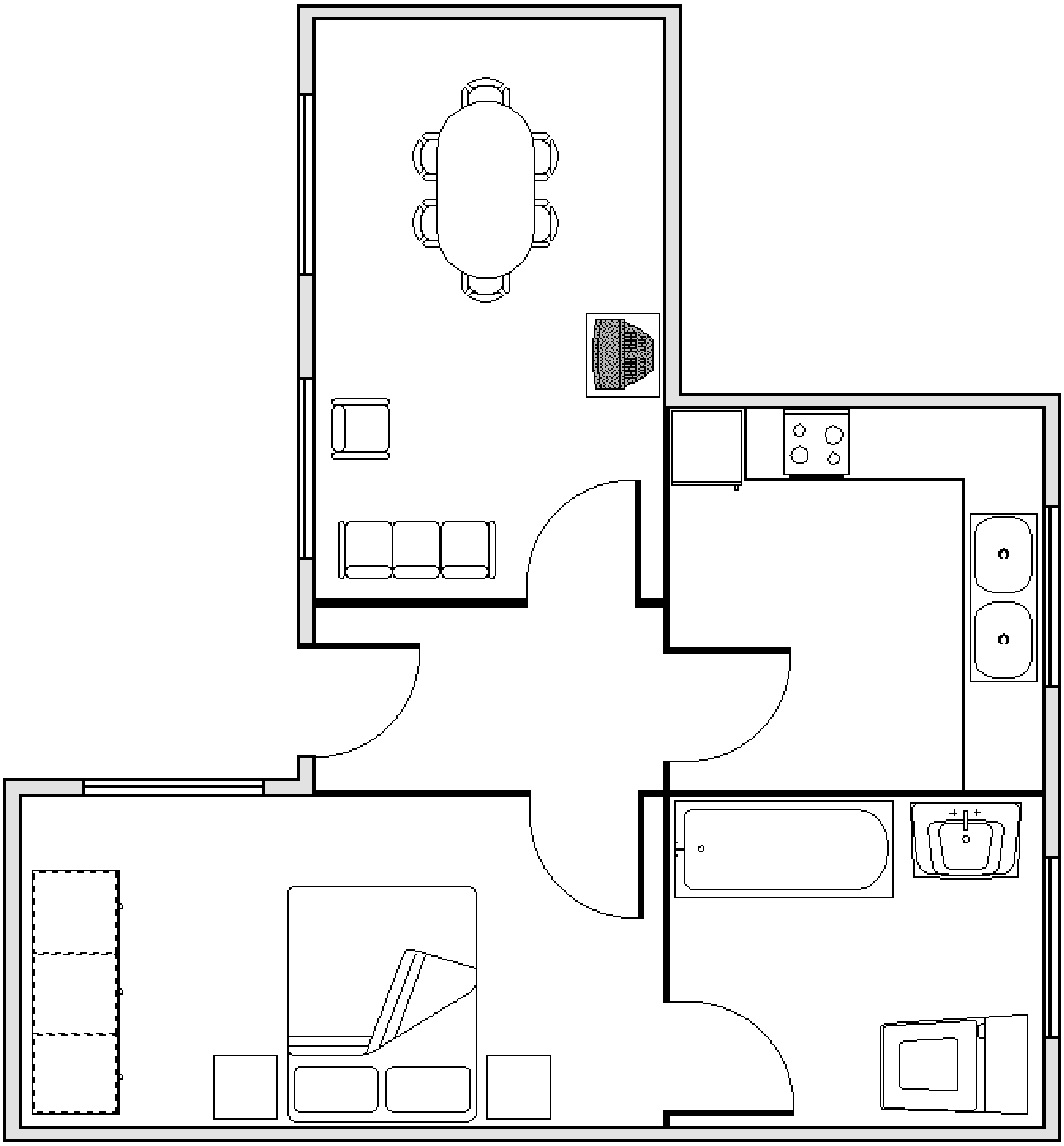
En aquesta unitat es presenta una proposta de realització d’un exercici pràctic de síntesi, en el qual es pretén consolidar part dels coneixements adquirits durant els capítols anteriors. La proposta és el muntatge d’una maqueta d’un habitatge en el qual es realitzarà la instal·lació elèctrica corresponent de les parts més rellevants, alhora que ens donarà una visió volumètrica de com es distribueixen realment els circuits bàsics dins de l’habitatge.



Aquesta és realitzarà seguint els passos que s’indicaran en els apartats següents.

9.2.- Construcció de la maqueta.

Per començar, s’ha de construir una maqueta d’un habitatge. El punt de partida serà el plànol de distribució de la planta que donarà una visió general dels recintes, els seus accessos (portes i finestres) i la distribució prevista del mobiliari més significatiu. A continuació veiem un possible exemple de plànol de distribució.



La realització s'ha de fer amb materials que es puguin treballar de forma fàcil, com el cartró o bé fusta com la fullola. Una forma molt ràpida de realitzar-la pot ser utilitzant capses de sabates, de tal manera que cada capsa representa un recinte de l'habitatge, aquestes es poden enganxar entre elles sobre una base de suport. Un cop unides s'hi han de practicar els forats corresponents per a simular la situació de les portes i finestres, també s'haurà de situar en cada recinte els principals mobles que s'hi troben, realitzats a escala aproximada amb cartró o fusta. Finalment es pot pintar totes les capses amb els colors apropiats per a representar les parets externes, la base de suport i les parets internes.

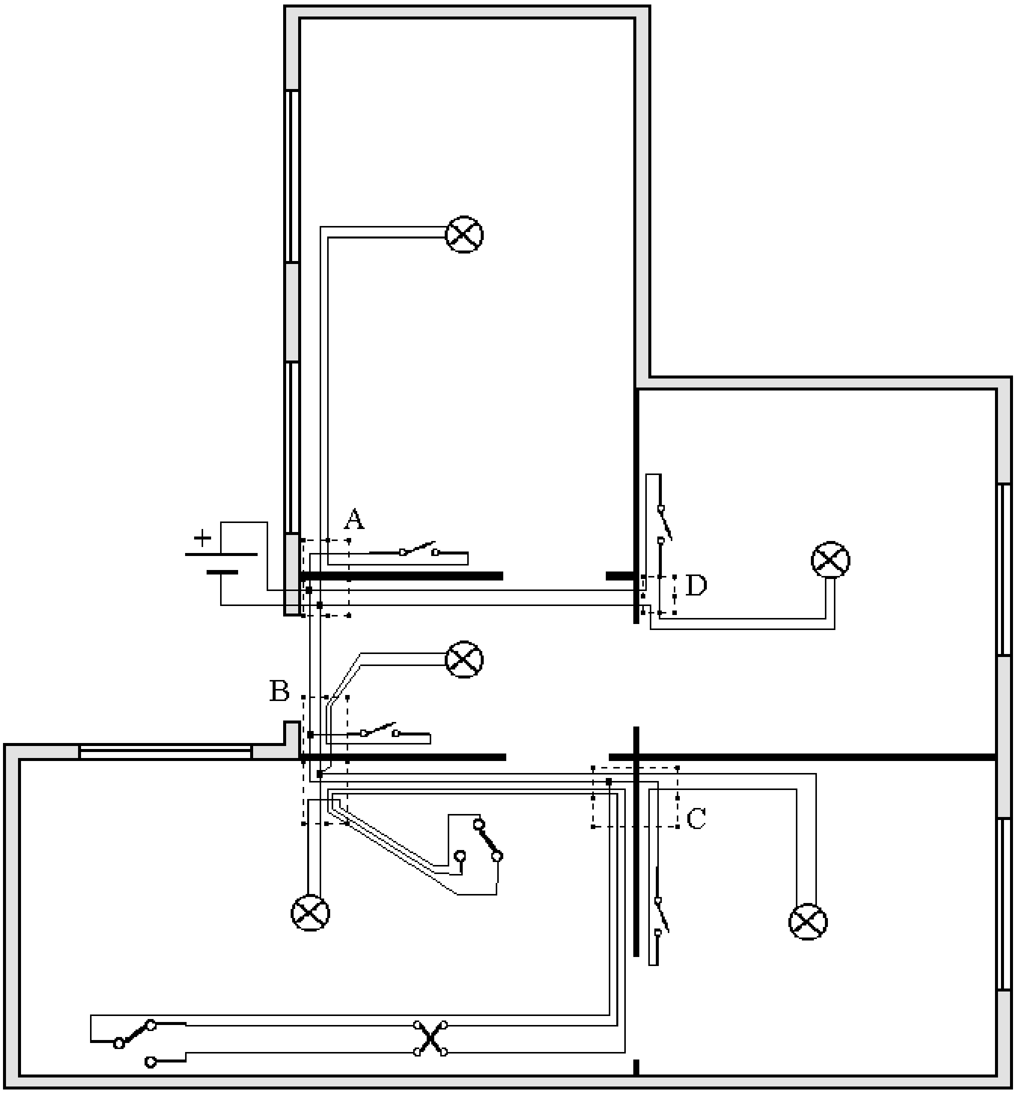
9.3.- Croquis de la instal·lació.

Un cop disposem de la maqueta construïda (amb cartró o fusta), amb la distribució del mobiliari més significatiu, hem de situar els punts de llum corresponents

a cada recinte i els elements de control (interruptors, commutadors i creuaments). S'ha de tenir en compte que els elements de control aniran situats, generalment, al costat de les portes d'accés al recinte i al costat d'alguns tipus de mobiliari específic (p.e. al costat del capçal del llit de l'habitació), els punts de llum se situaran al mig de l'habitació corresponent, per a poder fer això, ho farem lligant un tros de fil prim d'un costat a l'altre del recinte passant pel centre, així podrem lligar en el centre el portabombetes. També haurem de disposar d'un lloc en l'exterior de la maqueta en el qual hi situarem la pila elèctrica que subministrarà tota la tensió per al circuit de l'habitatge.

Quan ja es té prevista la ubicació dels elements indicats, s'haurà de representar sobre el croquis de l'habitatge la distribució dels elements de control, bombetes, pila elèctrica i conductors elèctrics tal com es pot veure en el croquis d'exemple següent:

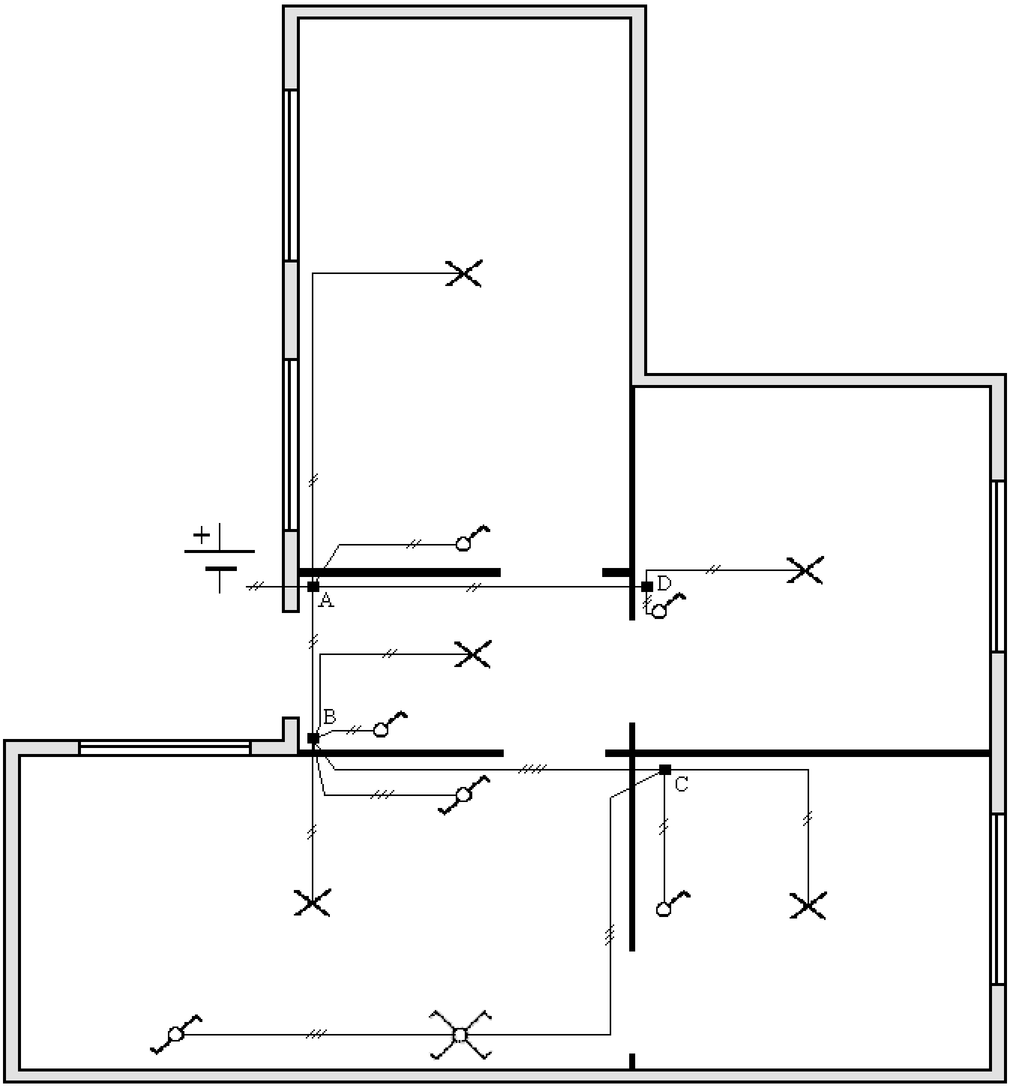
Esquema multifilar:



En aquest esquema multifilar podem veure enquadrats en línies discontinues els punts on es realitzaran les connexions entre els diferents cables i on es trobaran les bifurcacions dels tubs en que estaran allotjats els conductors, aquests correspondran

amb les caixes d'empalmar de la instal·lació i estan referenciats amb les lletres A, B, C i D.

L'esquema unifilar de la mateixa instal·lació serà el següent:



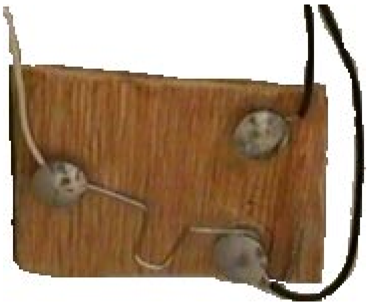
9.4.- Muntatge de la instal·lació.

Per a fer el muntatge de la instal·lació necessitarem els següents materials (la quantitat a utilitzar dependrà de si la maqueta es més o menys gran i del nombre de recintes que tingui):

-Pila elèctrica (de 4'5v, 9v, etc. o varies piles de 1'5v en sèrie)
-Portapiles apropiat al tipus de piles elegit.
-Portabombetes miniatura.
-Bombetes d'una tensió igual o lleugerament superior a la de la pila.
-Cable rígid de 0'25 mm^2.
-Interruptors, commutadors i creuaments miniatura (opcional).

Els interruptors, commutadors i creuament miniatura són cars i difícils de trobar, una opció alternativa al seu ús, podria ésser la construcció d'aquests mecanismes

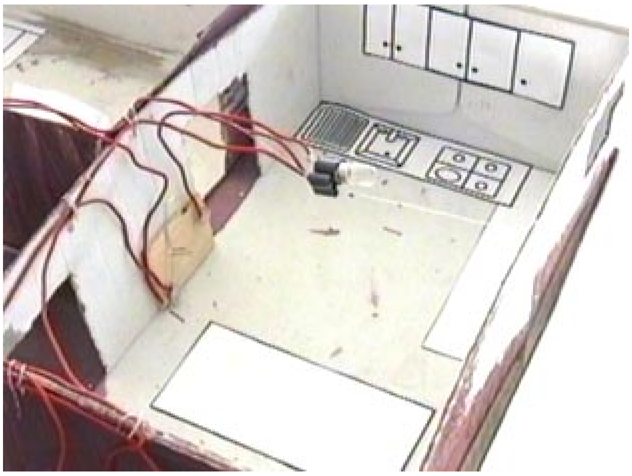
utilitzant clips i xinxetes. Amb les alicates de tall i de punta rodona, podem manipular el filferro del clip fins donar-li la forma apropiada. Utilitzant com a base un tros de fusta de fullola d'uns 3x4 cm. i podem clavar a sobre ella les xinxetes que realitzaran la funció de facilitar la connexió del cable rígid i suportar el filferro del clip adequadament manipulat, al mateix temps que serviran per facilitar el contacte elèctric. En les imatges següents hi podem veure fet un interruptor i un commutador:



Els mecanismes construïts d'aquesta forma es podran enganxar sobre la paret on tenen que estar situats i els cables es podran connectar a les mateixes xinxetes.

Els cables elèctrics per a fer les connexions han d'ésser de petita secció i rígids (aconsellable 0'25 mm^2) per que són més manejables i es queden més fixes en la posició en que els deixem que els cables flexibles.

Sempre s'ha de procurar que els cables vagin seguint el mateix camí segons hem marcat en l'esquema unifilar, ja que aquest representa el tub únic dins del qual passen tots els cables d'aquell tram corresponent, també és important que les connexions entre cables per a realitzar les bifurcacions es realitzin en el mateix lloc, tal com s'ha agrupat en els croquis de l'exemple (punts A,B,C i D) de forma que representa les connexions que s'agrupen a la mateixa caixa d'empalmar. Les connexions es poden fer recargolant els fils pelats entre si i aïllant-los amb cinta aïllant, si fos convenient es podrien estanyar les connexions per assegurar un millor contacte abans d'aplicar la cinta aïllant.



Exercicis:

1.- Utilitzant el polímetre mesura la tensió i intensitat absorbida per cada bombeta de cada recinte. Un cop sàpigues els valors determina la potencia de cada bombeta. Omple un quadre similar al següent:

	Tensió	**Intensitat**	**Potencia (P=VxI)**
Bombeta 1			
Bombeta 2			
Bombeta 3			
………			

2.- Dibuixa el croquis corresponent a la maqueta que has construït representant el circuit unifilar de la instal·lació on s'observin la situació dels receptors, elements de control i els llocs on aniran les diferents caixes d'empalmar.

3.- Determina la potència total de la instal·lació efectuada mesurant la V i la I totals. (Per a fer això t'has d'assegurar que totes les bombetes estan enceses).

4.- Calcula l'energia elèctrica que consumeix cada bombeta si esta funcionant durant 3 hores. Omple un quadre similar al següent:

	Potència (P=VxI)	**Temps**	**Energia (E= Pxt)**
Bombeta 1			
Bombeta 2			
Bombeta 3			
………			

5.-Determina l'energia que absorbirà tota la instal·lació si estan funcionant totes les bombetes durant 6 hores.

Vocabulari

Alta tensió.- S'entén per A.T. en c.a. aquella tensió de valor superior a 1.000 v.

Arc elèctric.- Conducció elèctrica a través d'un gas (en el nostre cas, l'aire), originat per la ionització d'aquest a alta temperatura (fins arribar a l'estat de plasma), en el moment en que es separen dos contactes elèctrics que estaven units i a través dels quals hi circulava corrent. L'arc elèctric forma una columna gasosa incandescent entre els dos contactes, se sol extingir per si mateix quan la distancia es prou gran.

Àtom.- Constituent elemental de la matèria, format per un nucli amb protons i neutrons, i uns electrons que descriuen unes òrbites al voltant del nucli.

Baixa tensió.- S'entén per B.T. aquella tensió V que és $V \leq 1000v$ en c.a. i $V \leq 1.500v$ en c.c.

Baquelita.- Material plàstic termoendurible, és un bon aïllant elèctric, la seva rigidesa mecànica el fa apropiat com a element de suport i envoltori en els mecanismes elèctrics. En el seu procés de fabricació se li pot donar diferents colors com a acabat.

Bipolars.- Que consta de dos pols. Aplicat als magnetotèrmics, es pot dir que un magnetotèrmic bipolar consta de dos mecanismes iguals per desconnectar el corrent tant per un dels conductors com per l'altre, de forma conjunta i solidària.

Bobina.- Dispositiu format per un conductor elèctric aïllat i enrotllat formant un cert nombre d'espires disposades en diverses capes i destinat a crear un camp magnètic en passar-hi un corrent elèctric. Sovint va disposada sobre un nucli de ferro, i pot formar amb d'altres un enrotllament. Hi ha bobines toroïdals, romboïdals, planes, de disc o de galeta, etc. És emprada com a bobina de reactància en filtres elèctrics, circuits sintonitzats, línies de distribució, etc.

Born.- S'entén per born, en un circuit o aparell elèctric, aquell punt de connexió (mitjançant eines, tornavís, alicates, etc.) als conductors elèctrics de la resta del circuit.

Caiguda de tensió (c.d.t.).-Terme que representa la tensió (V) que apareix en borns d'un element elèctric que s'oposa a la circulació del corrent elèctric (resistència) quan a través d'ell i circula un corrent I.

Digital (voltímetre o amperímetre).-S'entén per aparell de mesura digital, aquell que visualitza el valor de la mesura efectuada mitjançant dígits numèrics en contra dels aparells analògics que ho fan mitjançant el desplaçament d'una agulla sobre una escala graduada.

Electró.- Part fonamental de l'àtom. Partícula amb càrrega elèctrica negativa que gira al voltant del nucli descrivint una òrbita.

Ferromagnètic.- Material que té la propietat de ser un bon conductor de camps magnètics. És a dir, facilita la circulació del flux magnètic pel seu interior.

Fons d'escala.- En aparells de mesura, s'entén per fons d'escala al valor màxim que pot mesurar l'aparell dins l'escala que està seleccionada en aquell moment.

Gas inert.- Gas noble, són els gasos de la columna 0 de la taula periòdica(heli, neó, argó, kriptó, xenon i radon). Tenen la particularitat que no reaccionen amb cap altre element químic.

Generador electromecànic.- Element que genera electricitat a partir de la transformació d'energia mecànica. Els més habituals són l'alternador i la dinamo.

Generador electroquímic.- Element que genera electricitat a partir de la transformació d'energia obtinguda d'una reacció química. Els generadors electroquímics habituals són les piles i els acumuladors.

Halogen.- S'entén per halogen a qualsevol dels elements químics del grup VII de la taula periòdica: fluor (F), clor (Cl), brom (Br), iode (I) i àstat (At).

Incandescència.- Propietat que tenen els cossos d'emetre llum quan s'eleva la seva temperatura.

Iode.- Element no metàl·lic pertanyent a la família dels halògens i situat en el grup VII de la taula periòdica. És un sòlid cristal·lí de color gris fosc, amb esclat metàl·lic, el vapor del qual és d'un color violaci. S'utilitza com a gas en l'interior de les làmpades halògenes.

Línies trifàsiques.- Sistema elèctric format per tres tensions alternes de igual freqüència, però, desfasades entre si 120º. Els tres conductors que formen aquest sistema s'anomenen fases (R,S,T)i les xarxes elèctriques habituals de B.T. solen tenir entre elles una tensió de 380v. Existeix també un quart conductor anomenat neutre (N), la tensió entre aquest i cada fase val 220v. El transport d'energia elèctrica a llargues distancies es fa amb sistemes trifàsics.

Massa (elèctrica).- S'entén per massa elèctrica al conjunt de parts metàl·liques d'un aparell elèctric que en condicions normals està aïllat de les parts elèctricament actives. Generalment se sol trobar connectat a la presa de terra de l'edifici.

Monofàsic.- Compost per una sola fase. S'entén per sistema elèctric monofàsic aquell que és alimentat únicament per una fase del sistema trifàsic* i el conductor neutre.

Nominal (tensió).- S'entén per tensió nominal d'un aparell elèctric, la tensió a la qual està previst que funcioni de forma permanent en condicions normals, segons les previsions que és varen fer en el disseny i fabricació d'aquest aparell. Aquest valor ens el facilita el fabricant en les dades característiques de l'aparell. El mateix concepte és pot aplicar a la potencia, intensitat, etc.

Pols fluorescent.- El pols fluorescent es troba en la cara interior del vidre d'un tub fluorescent, té la propietat de la fluorescència i solen ser halofosfat de calci activat amb antimoni, o silicat de calci activat amb plom o arsenat de magnesi activat amb magnesi.
La fluorescència consisteix en l'emissió de radiació per part d'àtoms o de molècules que han estat excitats per absorció de fotons (usualment, de l'ultraviolat). El temps

transcorregut entre l'acte de l'excitació i el de l'emissió és de 10^{-9} a 10^{-6} segons (la qual cosa la distingeix de la fosforescència). La radiació fluorescent és sempre d'una longitud d'ona més gran que la radiació excitadora (llei de Stokes).
Aquest fenomen físic es el principi de funcionament del tub fluorescent.

PVC.- Material plàstic termoplàstic, les sigles representen al policlorur de vinil. És un bon aïllant elèctric, la seva flexibilitat el fa apropiat com a element aïllant de protecció en els conductors elèctrics. Pot tenir diversos colors d'acabat.

REBT.- Sigles que signifiquen Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió. Vegeu la unitat 5.

Símil.- Exposició d'una idea o concepte per comparació amb una altra idea o concepte, de diferent categoria o naturalesa, que fa que sigui més entenedora. En electricitat és habitual l'ús del símil hidràulic per explicar el circuit elèctric.

Sobretensió.- Tensió anormal superior a la de servei o de funcionament d'una màquina, un circuit, una instal·lació, etc. Cal adoptar sempre mesures per a reduir-ne els efectes perjudicials.

Terminal.- S'entén per terminal, en un circuit elèctric, aquell element situat en l'extrem final d'un conductor que facilita la connexió amb algun altre element elèctric o born.

Transformador.- Màquina elèctrica estàtica, la seva funció consisteix en transforma la tensió alterna d'un valor a un altre de diferent. Si el nou valor es superior es diu que és un transformador elevador, si és inferior, es diu que és un transformador reductor. Esta format per uns conductors bobinats sobre un nucli de material ferromagnètic*.

Trifàsic.- Veure Línies trifàsiques.

Tungsté.- Sinònim de Wolframi. Vegeu Wolframi.

Wolframi.- Metall pesat que té una elevada temperatura de fusió (3.410ºC) i una resistència elèctrica elevada. Per la seva elevada temperatura de fusió és apropiat usar-lo en el filaments de les bombetes incandescents. Sinònim de tungsté.

PER AL PROFESSORAT

En aquesta guia del/la professor/a és pretén donar unes orientacions generals de la forma en que s'ha previst treballar aquest crèdit amb l'alumnat.

Aquest crèdit ha estat dissenyat per al segon cicle d'ESO i la seva tipologia es d'aprofundiment de coneixements. Es considera que els/les alumnes ja estan familiaritzats amb els continguts bàsics d'electricitat i circuits elèctrics, que hauran treballat durant els crèdits comuns del primer cicle d'ESO.

Per tant, no s'incideix excessivament en els coneixements introductoris d'electricitat, tot i això, es pot donar el cas que en alguns grups o alumnes no hagin accedit a aquests coneixements bàsics. Per aquest motiu, el text comença introduint el concepte d'electricitat, tot i que progressivament es va avançant més ràpidament cap a temes més propis de les instal·lacions elèctriques dels habitatges.

Els objectius generals del crèdit pretenen que l'alumne/a sigui capaç d'identificar els diferents temes que s'estudien amb els que ell pot veure directament a casa seva, de tal manera que trobi d'immediat una relació directa entre el que estudia i el seu entorn tecnològic més proper.

La totalitat de continguts del crèdit és poden classificar en els següents blocs temàtics:

-Coneixements introductoris d'electricitat: Unitats 1,2,3.
-Coneixements sobre instal·lacions elèctriques d'habitatges: Unitats 4,5,6
-Coneixements de protecció i mesures elèctriques a l'habitatge: Unitats 7 i 8
-Exercici pràctic: Unitat 9

Els continguts d'aquest crèdit variable de l'àrea de Tecnologia, s'ajusten a les especificacions mínimes indicades en el crèdit variable tipificat pel Departament d'Ensenyament que porta el mateix nom.

OBJECTIUS

En acabar el crèdit, l'alumne/a ha de ser capaç de:

1. Analitzar el procés de funcionament dels diferents aparells i mecanismes que formen la instal·lació elèctrica bàsica d'un habitatge.
2. Mostrar coneixement de les normes bàsiques que ha de complir la instal·lació elèctrica d'un habitatge.
3. Identificar els dispositius de control i protecció d'ús obligat a les instal·lacions domèstiques.
4. Mostrar coneixement del funcionament bàsic dels dispositius privats de comandament i protecció.
5. Comparar diferents materials que el mercat ens ofereix per realitzar les instal·lacions elèctriques d'un habitatge.
6. Utilitzar amb propietat el lèxic tecnològic adquirit.
7. Identificar els símbols dels elements elèctrics que intervenen en la instal·lació d'un habitatge.
8. Dissenyar circuits elèctrics senzills fent ús de la simbologia convencional.
9. Construir alguns circuits o instal·lacions a partir d'esquemes normalitzats comprovant-ne el funcionament.
10. Relacionar la representació gràfica d'un esquema amb la realitat.

11. Localitzar les avaries més freqüents en els circuits elèctrics d'un habitatge.
12. Utilitzar les eines i els aparells d'acord amb les normes de seguretat apreses.
13. Valorar la importància que pot tenir el disseny correcte de la instal·lació elèctrica d'un habitatge, pel que fa referència a la seguretat i a l'estalvi energètic.

CONTINGUTS

Fets, conceptes i sistemes conceptuals.

1. Materials.
   1.1. Elements de maniobra: Interruptors, polsadors, commutadors i encreuaments.
   1.2. Elements conductors i de connexió: fils, cables, fils flexibles, regletes, conductors especials i terminals.
   1.3. Elements receptors i de senyalització: endolls, punts de llum, timbres, i brunzidors.
   1.4. Elements de protecció: Interruptors de control de potencia ICP, interruptors diferencials ID, interruptors magnetotèrmics de protecció PIA, presa de terra i fusibles.
2. Normalització i electricitat.
   2.1. Símbols elèctrics normalitzats. Normes UNE i DIN.
   2.2. Simbologia i realitat.
   2.3. Representació d'esquemes elèctrics bàsics.
3. Instal·lacions.
   3.1. Mesures: longitud, secció, tensió, intensitat, resistència, potència i energia.
   3.2. Elements de mesura: cinta mètrica, escaire, polimetre (tèster) vatímetre i comptador.
   3.3. Necessitats d'electrificació d'un habitatge: interpretació dels manuals d'electrodomèstics de casa.
   3.4. Graus d'electrificació i necessitats segons habitatges: mínim, mig, elevat i especial.
4. Eines.
   4.1. De tall: ganivet, tisores, alicates universals i alicates de tall.
   4.2. Generals: Tornavís, alicates punta plana i alicates punta rodona.

Procediments.

1. Anàlisi dels diferents elements que componen una instal·lació elèctrica d'un habitatge.
2. Observació de mostres de diferents materials utilitzats per fer les instal·lacions: caixes, tubs, conductors, petit material.
3. Representació i construcció de circuits elèctrics senzills fent servir la simbologia normalitzada.
4. Prova dels circuits muntats amb corrent elèctric i localització de les principals avaries.
5. Observació de les normes bàsiques de seguretat en la manipulació de circuits elèctrics.
6. Descripció dels diferents sistemes de que disposa l'usuari/ària per evitar accidents de tipus elèctric: pies, diferencials i terres.
7. Correcció en la utilització d'eines i aparells de mesura.
8. Classificació dels habitatges segons el seu grau d'electrificació.
9. Elecció de la potència elèctrica a contractar.

10. Planificació dels elements elèctrics d'un habitatge en funció de les necessitats.
11. Comparació de les instal·lacions elèctriques d'un habitatge antic i d'un d'actual.

Valors, normes i actituds.

1. Atenció en l'observació de mecanismes i aparells elèctrics de l'habitatge.
2. Hàbit de realitzar gràfics i esquemes abans de fer una instal·lació.
3. Valoració de la qualitat dels materials, així com de les eines utilitzades.
4. Hàbit d'utilitzar el lèxic tecnològic adquirit.
5. Rigor en la utilització del corrent elèctric, respectant les normes elementals de seguretat.
6. Hàbit de consulta de catàlegs, normatives i reglaments.
7. Valoració de la importància de la tecnologia per millorar les condicions de vida de les persones.
8. Interès per resoldre els problemes tecnològics plantejats.

METODOLOGIA DIDÀCTICA.

La metodologia més aconsellable en aquest crèdit es l'alternança entre continguts conceptuals i exercicis pràctics. D'aquesta manera l'alumne pot veure l'aplicació immediata dels conceptes adquirits i el predisposa positivament per a assolir nous coneixements. Alguns dels exercicis pràctics que es proposen en les unitats són per a treballar-los directament a la tensió de 220v, en aquest cas, es molt important la presència del/de la professor/a per verificar la correcta connexió del circuit i aplicar de forma controlada la tensió de la xarxa.

Totes les unitats disposen d'un conjunt d'exercicis relacionats amb el contingut de l'unitat corresponent, excepte l'unitat 2. Els exercicis d'ús de la simbologia elèctrica d'aquesta unitat es practiquen conjuntament amb els exercicis que es troben en la resta d'unitats del crèdit. La taula de símbols d'aquesta unitat ha de servir com a consulta pel desenvolupament dels exercicis d' altres unitats.

En aquest crèdit hi ha la unitat 9 que es exclusivament pràctica. En aquesta pràctica es pretén realitzar una instal·lació elèctrica d'un habitatge sobre una maqueta el més semblant possible a la realitat i efectuar després diverses mesures sobre ella.

En ella es desitja que l'alumne pugui fer-se una idea més real de com són les instal·lacions elèctriques, al marge de la realització de circuits utilitzant el material elèctric dels entrenadors didàctics.

Tal com esta plantejat, es aconsellable que l'alumne comenci aquesta construcció des de l'inici del crèdit, i es vagi realitzant al mateix temps que dura el crèdit, alternant entre els continguts teòrics i els exercicis de les unitats i la pràctica de manipulació d'eines i components mentre realitza la maqueta.

La construcció de la maqueta consta de dos fases clarament diferenciades: la primera és la realització de la maqueta pròpiament dita i la segona es la instal·lació elèctrica.

No està previst en la temporització la realització de la primera fase de la maqueta en hores lectives. Es considera que aquesta construcció la realitzen els alumnes a casa utilitzant materials de fàcil manipulació, com els indicats en la unitat 9, o bé, ja la tenen disponible per haver-la realitzat durant un crèdit anterior sobre l'habitatge.

El que si que es té en compte en la temporització és la realització de la segona fase de la maqueta, és a dir, la instal·lació elèctrica. Com ja s'ha comentat prèviament, aquesta segona fase es recomana realitzar-la de forma alternada conjuntament amb els continguts de la resta d'unitats.

Els continguts de les unitats 1 a 3 no donen coneixements suficients a l'alumne/a per a poder realitzar la instal·lació elèctrica de la maqueta, és a partir de la unitat 4, quan l'alumne ja comença a conèixer els circuits necessaris per a fer aquesta instal·lació. Per tant, és considera que des de l'inici del crèdit i mentre s'explica els continguts de les unitats 1 a 3, l'alumne/a pot estar construint la primera fase de la maqueta a casa seva, i quan ja s'hagi acabat la unitat 4, pugui continuar en la segona fase en hores lectives del crèdit.

TEMPORITZACIÓ.

La temporització indicada a continuació, és orientativa, i s'ha fet considerant que els alumnes ja han estudiat continguts d'electricitat bàsica durant el primer cicle d'ESO i, per tant, les primeres unitats es poden fer amb menys temps.

Unitat 1.- 4 h.	Unitat 5.- 3 h.
Unitat 2.- 1 h.	Unitat 6.- 3 h.
Unitat 3.- 3 h.	Unitat 7.- 4 h.
Unitat 4.- 4 h.	Unitat 8.- 4 h.

Unitat 9.- Sols per la segona fase (realització de la instal·lació elèctrica) 7h.
Avaluació: 2 h.

AVALUACIÓ

Per l'avaluació del crèdit, s'ha de tenir en compte els tres aspectes: l'avaluació inicial, l'avaluació formativa i l'avaluació sumativa.

En la temporització del crèdit hi ha 2 hores per a efectuar proves d'avaluació. La previsió és que una d'aquestes hores estigui al principi del crèdit per a efectuar l'avaluació de coneixements inicials i l'altra al final del crèdit com a complement de l'avaluació sumativa.

Pel que fa a l'avaluació inicial pot tenir dues vessants: d'una banda, detectar els conceptes previs dels alumnes en iniciar el crèdit i, d'altra banda, disposar d'un punt de referència per a conèixer l'evolució de l'alumne/a. Aquesta avaluació pot consistir en la realització d'un conjunt de preguntes breus, sobre l'electricitat bàsica estudiada en el primer cicle d'ESO, que l'alumne ha de respondre per escrit. Aquestes preguntes serviran per a fer reflexionar a l'alumne, i a continuació es pot fer una posada en comú d'aquestes idees per a veure com s'ha d'orientar la resta del crèdit i saber si es necessari incidir més o menys en el conceptes bàsics d'electricitat.

L'avaluació formativa és aquella que es fa amb la idea explícita de detectar el grau d'assoliment d'un aprenentatge, per tal d'incidir d'una manera determinant sobre la resta del crèdit. Fer aquesta avaluació no significa forçosament fer un examen, sinó que es poden emprar les mateixes activitats proposades a les diverses unitats o d'altres similars per a constatar el grau d'aprofundiment de l'alumne/a en el tema. Aquesta avaluació es bo realitzar-la com a mínim al final de cada unitat tenint en compte els apartats de procediments, conceptes i valors. L'avaluació formativa ha d'ésser contínua, és a dir, valorant totes les activitats d'ensenyament-aprenentatge realitzades per l'alumne/a

Finalment, l'avaluació sumativa l'obtindrem del conjunt d'avaluacions formatives realitzades al llarg del crèdit i ens donarà la proporció en que l'alumne ha assimilat els continguts que s'havia previst. De les dues hores previstes a la temporització per a l'avaluació, s'ha previst una d'elles per a poder efectuar una prova o exercici que permeti verificar i complementar els resultats de l'avaluació sumativa. En aquest punt, caldrà fer una comparació amb els resultats de l'avaluació inicial per valorar el nivell de coneixements adquirits per l'alumne/a.

BIBLIOGRAFIA

-Adolf Senner. Principios de electrotecnia. Ed. Reverté S.A.
-V.Re. Instalaciones de puesta a tierra. Ed. Marcombo.
-Reglamento Electrotecnico para Baja Tension. Ministerio de Industria y energia.
-Pedro Garcia Guillen. Circuitos de continua. Ed. Paraninfo.
-Fouville, A. Compendio de electrotécnia. Ed. Marcombo.
-Ney, J. Lecciones de electricidad. Ed. Marcombo.
-Rubio, Ruiz. Tecnicas de expresion grafica/2. Electricidad. Ed. Bruño-Edebé.
-Minguella, Gomis, Cabré. Electrotècnia Bàsica, Ed. Edebé.
-Castejon, Santamaría. Tecnología eléctrica. Ed. McGraw-Hill
-Minguella, Gomis, Cabré. Tecnologia Elèctrica Bàsica, Ed. Edebé

Recursos elèctrics a Internet:
Associació de fabricants de material elèctric: http://www.afme.es
Guia de recursos elèctrics: http://2000kva.com
Guia de recursos elèctrics: http://www.elektro3000.com